Anat. 84 p-2

<36620205210014

<36620205210014

Bayer. Staatsbibliothek

Handbuch

der

Anatomie des Menschen

von

Dr. Carl Ernst Bock,
Professor der pathologischen Anatomie zu Leipzig.

Zweiter Band.

Allgemeine Anatomie und Physiologie.

Vierte vermehrte und veränderte Auflage.

Leipzig, 1850.
Renger'sche Buchhandlung.
(Oscar Banckwitz.)

29. D.

Anat. 94 p-2

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

H

Vorwort.

Wenn ich in dieser neuen Auflage meines Handbuches die allgemeine Anatomie und Physiologie von der den ersten Band einnehmenden speciellen Anatomie trennte und in diesem zweiten Bande niederlegte, so hat dies seinen Grund darin, dass die genannten Lehren, zumal wenn sie mit den übrigen Zweigen der Medicin in Bezug gebracht werden sollen, viel zu umfänglich und wichtig geworden sind, als dass sie noch kurz behandelt, wie früher, zwischen die einzelnen Kapitel der speciellen Anatomie eingeschoben werden könnten. Bei Bearbeitung dieses Bandes nach den neuesten und anerkanntesten Autoritäten ging mein Streben anfangs dahin, alle nur möglichen mit der speciellen Anatomie und mit der Physiologie irgendwie im Zusammenhange stehenden Lehren, ebensowohl aus den Naturwissenschaften (wie die Physik, Chemie, Botanik und vergleichende Anatomie), als auch aus der praktischen Medicin (wie die pathologische Anatomie, Diagnostik und Pathologie), kurz und übersichtlich den betreffenden Kapiteln einzuverleiben. Leider habe ich, besonders wegen Mangels an Raum und Zeit, das mir vorgesteckte Ziel nicht so er-

streben können, wie ich wohl gewünscht hätte, und der geehrte Leser muss deshalb den guten Willen für die That nehmen. Sollte er dieses oder jenes Organ nicht nochmals erwähnt und im Register aufgeführt finden, so bitte ich deshalb im ersten Bande nachzuschlagen, ferner aber auch zu bedenken, dass während des langdauernden Druckes dieses Handbuches manches Neue in der Wissenschaft zur Sprache gekommen ist, was hier noch nicht seinen Platz finden konnte. Schliesslich möchte ich den geehrten Leser noch auf den ziemlich billigen Preis dieses Werkes im Vergleich zur Menge des Inhaltes aufmerksam machen, um ein schonendes Urtheil über die vorliegende Bearbeitung der allgemeinen Anatomie und Physiologie zu erlangen.

Leipzig, Juli 1850.

C. Bock.

Inhaltsverzeichniss des II. Bandes.

Einleitung. Naturlehre, Physik, Physiologie. — Organische Körper (S. 1). Organisch und organisirt. Leben und Lebenskraft (S. 2). Unorganische Körper (S. 4).

I. Unterschiede zwischen organischen und unorganischen Körpern (S. 4).

A. **Entstehen.** *a.* Urzeugung (S. 5). α) Zoophyten. β) Infusorien (Infusionsthierchen. Infusionspflanzen). γ) Eingeweidewürmer (Fadenwürmer. Saugwürmer. Bandwürmer. Blasenwürmer). δ) Samenthierchen. — Entstehung organischer Masse aus unorganischen Stoffen. — *b.* Zeugung durch Aeltern (S. 13). α) Zeugung durch Theilung. β) Zeugung durch Sprossenbildung. Knospen. γ) Zeugung durch Keime. Geschlechtliche Fortpflanzung. Vertheilung der Geschlechter. Zeugungsmittel.

B. **Bestehen** (S. 16). Krystall. — Lebensbedingungen. Lebensphasen (S. 18). Fötalperiode. Periode des Wachsens. Periode der Blüthe. Periode des Welkens. — Aeussere Lebensbedingungen (S. 19). Wärme. Atmosphärische Luft. Wasser. Nahrung. — Lebenstenacität. Lebensreize. Lebenserscheinungen.

C. **Vergehen.** Sterben. Tod. Leiche (S. 22). Fäulniss. Verwesung. Vermoderung.

D. **Zusammensetzung.** Elemente (S. 24). *a.* Verbindung der Elemente (S. 25), binäre, ternäre u. s. w. α) Zusammensetzung. Organische Radicale. β) Künstliche Darstellung. *b.* Zersetzung. *c.* Mischungsgewichte. *d.* Verbrennlichkeit. *e.* Sauerstoffgehalt. *f.* Gleichartigkeit und Ungleichartigkeit der Masse.

E. **Gestaltung** (S. 28). *a.* Aggregatzustand. *b.* Aeussere Form. *c.* Symmetrie. *d.* Gliederung. *e.* Individualität.

F. **Kräfte und Gesetze;** physikalische (S. 31): *a.* Capillarität; *b.* Imbibition; *c.* Enosmose und Exosmose; Diffusion der Gase; — vitale (S. 38): *a.* Selbsterhaltung; *b.* Erregbarkeit; *c.* Periodicität der Lebenserscheinungen; *d.* Entwickelung von Licht, Elektricität und Wärme.

II. Unterschiede zwischen den Pflanzen und Thieren.

A. **Entstehen** (S. 43). *a.* Fortpflanzung durch Theilung. *b.* Fortpflanzung durch Knospen. *c.* Fortpflanzung durch Keime. Entwickelung aus Cytoblastem.

B. **Bestehen** (S. 45). Lebensphasen: Fötalperiode; Periode des Wachsens; Periode der Blüthe (Pollen, Samenknospe); Periode des Welkens und Sterbens (Humus, Braun- und Steinkohlen). — Lebensbedingungen.

C. **Zusammensetzung** (S. 49). *a.* Mischungsbestandtheile der Pflanzen: unorganische; organische (Zucker, Gummi, Pectin, Stärkemehl, Pflanzenfaserstoff, Proteinverbindungen, Fette, ätherische und flüchtige Oele, Pflanzenfarbstoffe, Harze, Gerbstoff, Alkaloide). *b.* Formbestandtheile der Pflanzen (S. 54). Zellen; Cytoblastem; Zellenkern. *c.* Gewebe und

Organe der Pflanzen (S. 57): Parenchym; Intercellularsystem; Gefässe; Gefässbündel; Bastgewebe; Milchsaftgefässe; Filzgewebe; Epidermoidalgewebe (Oberhaut, appendiculäre Organe, Korksubstanz, Wurzelhülle).

D. **Kräfte** und **Gesetze** (S. 60). *a.* Leben der Pflanzenzelle. 1) Aufnahme fremder Stoffe. 2) Ausscheidung. 3) Gestaltung der assimilirten Stoffe. 4) Bewegung des Inhalts der Zellen. 5) Bewegungen der Pflanzenzellen. 6) Fortpflanzung der Zellen. 7) Ende des Zellenlebens. *b.* Leben der Gewebe und Organe der Pflanzen (S. 63). *c.* Leben der ganzen Pflanze (S. 65). 1) Aufnahme der Nahrungsstoffe und Ausscheidungen. 2) Assimilation. Pflanzenernährung. 3) Aeussere Bedingungen der Nahrungsaufnahme und der Assimilation. 4) Bewegung der Säfte durch die Pflanze. 5) Reproduction. 6) Wärmeentwickelung. 7) Lichtentwickelung. 8) Bewegungen der Pflanzen und Pflanzentheile.

III. Unterschiede zwischen Thier und Mensch.

Bau des Menschen (S. 69). Haut, Kopf, Gesicht (*Camper*'scher Gesichtswinkel), Hals, Wirbelsäule, Brust, Becken, Geschlechtstheile, Extremitäten, Gang, Haltung. — Gehirn. Verstand. Vernunft.

A. **Entstehen** der Thiere (S. 71). *a.* Zeugung durch Theilung. *b.* Zeugung durch Sprossen. *c.* Zeugung durch Keime. Geschlechtsorgane, Befruchtung, Entwickelung des Eies, Furchungsprocess.

B. **Bestehen** der Thiere (S. 73). Lebensphasen. 1) Fötalperiode. 2) Periode des Wachsens. 3) Periode der Blüthe. 4) Periode des Welkens und Sterbens. — Lebensbedingungen. Lebensreize.

C. **Zusammensetzung** des thierischen Organismus (S. 75). *a.* Mischungsbestandtheile. Unorganische, organische Verbindungen. *b.* Formbestandtheile, gasförmige, tropfbarflüssige und feste. Zellen. **Gewebe.** *A.* Einfache Gewebe. I. Horngewebe: *a.* membranartige Horngebilde (Epidermis, Epithelium); *b.* Hornplatten; *c.* fadenförmige Horngebilde. II. Zahngewebe: *a.* Gewebe des Zahnschmelzes; *b.* Gewebe des Zahnbeines. III. Gewebe der Glashäute. — *B.* Zusammensetzende Gewebe. I. Zellgewebe: *a.* atmosphärisches; *b.* parenchymatöses. II. Gewebe der allgemeinen Gefässhaut. III. Nervengewebe. — *C.* Zusammegesetzte Gewebe. *a.* Einfachere zusammengesetzte Gewebe. I. Knorpelgewebe. II. Knochengewebe. III. Sehniges Gewebe. IV. Elastisches Gewebe. V. Seröses Gewebe. *b.* Zusammengesetzteste Gewebe. I. Muskelgewebe. II. Hautgewebe. III. Drüsengewebe. — **Organe** des thierischen Körpers. Eintheilung der Thiere nach denselben (S. 84). I. Wirbelthiere. *A.* Säugethiere. *B.* Vögel. *C.* Amphibien. *D.* Fische. II. Wirbelllose Thiere. *A.* Gliederthiere. 1) Insecten. 2) Spinnenartige Thiere. 3) Krustenthiere. 4) Würmer. *B.* Weichthiere. 1) Kopffüssler. 2) Schnecken. 3) Kopflose Mollusken. *C.* Strahlthiere. 1) Stachelhäuter. 2) Quallen. 3) Polypen. *D.* Infusionsthierchen.

D. **Kräfte** und **Gesetze**, welche im Thierkörper auftreten (S. 90). Physikalische Gesetze. Chemische Gesetze. Thierische Kräfte: Bewegung (Cilien, contractile Fasern); Selbsterhaltung; Periodicität (Winterschlaf); Wärmeerzeugung; Lichtentwickelung (Meerleuchten); Elektricitätsentwickelung (elektrische Organe). — Nervensystem, psychische Kräfte der Thiere.

Der Mensch.

Stellung des Menschen zu den übrigen Geschöpfen. Verschiedenheiten (S. 96).

Menschenraçen. Kaukasische, mongolische, äthiopische, amerikanische, malayische Raçe. — **Stämme.** Kaukasische, altaische, indisch-oceanische, äthiopische, amerikanische Völker. — Sprachenstämme. — Abstammung des Menschengeschlechts.

Aeusseres des Menschen im Allgemeinen (S. 102). Höhe, Statur des Menschen (Kleinerwerden, übermässige Grösse, regelwidrige Kleinheit, übermässig schnelles Wachsthum); Umfang des Körpers (Zunahme, Abnahme des Körperumfanges, Abmagerung); Gewicht des Körpers (Verminderung, Vermehrung des Körpergewichts); Proportionen des Körpers; Symmetrie des Körpers, seitliche (Mittelline, Sympathie zwischen paarigen Theilen, Ueberwiegen der rechten Körperhälfte), obere und untere, vordere und hintere; Formverschiedenheiten des Körpers: *a.* nach dem Alter, *b.* nach dem Geschlechte (Krankheiten der verschiedenen Geschlechter, männlicher und weiblicher Habitus), *c.* nach Raçe und Nation (Eintheilung der Menschen nach *Retzius*), *d.* nach Constitution und Temperament (cholerisches, melancholisches, sanguinisches, phlegmatisches Temperament), *e.* nach Beschäftigung und Gewohnheit.

Zusammensetzung.

I. **Mischungsbestandtheile** (S. 116). A. Elementarstoffe (S. 117). *a.* Gasförmige Grundstoffe: 1) Sauerstoff, 2) Wasserstoff, 3) Stickstoff, 4) Kohlenstoff, 5) Chlor. *b.* Feste, nicht metallische Grundstoffe: 6) Schwefel, 7) Phosphor, 8) Fluor. *c.* Metallische Grundstoffe: a. Metalloide: 9) Calcium, 10) Magnesium, 11) Silicium, 12) Natrium, 13) Kalium. b. Erzmetalle: 14) Mangan, 15) Eisen, 16) Aluminium, 17) Titan, 18) Arsen, 19) Kupfer und Blei. — B. Verbindungen der Grundstoffe (S. 121). *a.* Binäre Verbindungen: 1) Wasser; 2) Kohlensäure; 3) Chlorwasserstoffsäure; 4) Kalk (phosphorsaurer, kohlensaurer, salzsaurer, schwefelsaurer, fluorwasserstoffsaurer); 5) Talkerde (phosphorsaure, kohlensaure); 6) Kali (salzaures, schwefelsaures; Schwefelcyankalium); 7) Natron (salzsaures, kohlensaures, phosphorsaures, schwefelsaures); 8) Ammoniak; 9) Kieselsäure; 10) Chloreisen. *b.* Organisch-saure Salze: a. milchsaure Salze (Kali, Natron, Ammoniak, Kalk, Talkerde); b. harnsaure Salze (Kali, Natron, Ammoniak, Magnesia, Kalk); c. cholsaures, choleinsaures Natron; d. ölsaures, margarinsaures Natron. *c.* Ternäre und quaternäre Verbindungen. a. Ausscheidungsstoffe (S. 124). *aa.* Secernirte Ausscheidungsstoffe: 1) Ptyalin; 2) Pepsin; 3) Bilin; 4) Gallenfarbstoff; 5) Melanin *(Ophtalmo-Melanin)*; 6) Milchzucker; 7) Spermatin; 8) Thränenstoff; 9) Hornstoff; 10) Schleimstoff. *bb.* Excernirte Ausscheidungsstoffe: 1) Harnstoff; 2) Harnsäure (Urilsäure, Harnoxyd); 3) Harnfarbstoff; 4) Allantoin; 5) Harnbenzoesäure; 6) Harnzucker; 7) Cystin. b. Wesentlich thierische Materien (S. 129). 1) Protein; 2) Albumin; 3) Fibrin; 4) Casein; 5) Globulin; 6) Hämatin; 7) Creatin, Sarcosin, Inosinsäure; 8) Thierleim, *a.* Colla, *b.* Chondrin, *c.* Leim des elastischen Gewebes, *d.* Pyin; 9) Fette: *a.* verseifbare Fette (Zellgewebfett, Butyrin, Fett des Ohrenschmalzes), *b.* nicht verseifbare Fette (Fette des Blutes, Gallenfett, Hirnfette; Nutzen des Fettes); 10) Milchsäure. c. Thierische Extractivstoffe (S. 139). Mauserungsstoffe, Mauserung. Wasserextracte; Spiritusextracte; Alkoholextracte.

II. **Formbestandtheile** (S. 140). A. Gasförmige Bestandtheile: freie, gebundene Gase; Dünste. B. Tropfbarflüssige Bestandtheile, Säfte: 1) Thierisches Wasser. 2) Bildungssäfte. 3) Secretionsflüssigkeiten (ausgehauchte Flüssigkeiten, Drüsensäfte, Assimilationssäfte, Zeugungssäfte, Flüssigkeiten der Sinnesorgane, Auswurfsstoffe). C. Feste Formbestandtheile (S. 143): Cytoblastem (Körnchen, Kügelchen, Zellen, Bläschen, Fäserchen, Blättchen, Röhrchen). Höhlen (offene, Gefäss-, geschlossene Höhlen).

Zellenbildung; Genesis der Gewebe (S. 145).

a. Elementarkörner. *b.* Cytoblastem. *c.* Elementarzelle. *d.* Zellenmembran. *e.* Zelleninhalt. *f.* Zellenkern. *g.* Kernkörperchen. — *a.* Entstehung der Elementarzellen. *b.* Vermehrung der Zellen. *c.* Weitere Umbildung der Zellen I. mit Behauptung, II. mit Verlust ihrer Selbstständigkeit. *d.* Metamorphose des Zellenkerns (Kernfasern). *e.* Kräfte der Elementarzellen. — Gewebe und Systeme.

Entwickelung pathologischer Gebilde (S. 156).

A. Unorganisirte pathologische Gebilde. *a.* Niederschläge (Proteinstoffe, Fette, Kalksalze, phosphorsaure Ammoniakmagnesia, Harnsäure, Schwefeleisen, Farbstoffe). *b.* Concretionen in Höhlen (Speichelsteine, Weinstein, Thränensteine, Mandelsteine, Kehlkopfsteine, Darmsteine, Gallensteine, Harnsteine, Prostatasteine, Gelenkconcretionen, Venensteine). *c.* Concretionen im Parenchyme (Verknöcherung, Verkreidung). B. Organisirte pathologische Gebilde. Entwickelungsweise. I. Neubildungen auf der niedrigsten Organisationsstufe (Eiter, Kolloid, Specksubstanz, fettige Substanz, Typhusmaterie, Tuberkelmasse, Krebsmasse). II. Neubildungen auf der höhern und höchsten Organisationsstufe.

Lebensabschnitte (S. 168).

I. Fruchtalter (Fehler der ersten Bildung). II. Kindesalter; *a.* Alter der Neugebornen, *b.* Säuglingsalter, *c.* Eigentliches Kindesalter. III. Jugend. IV. Jünglingsalter. V. Mannesalter. VI. Greisenalter; 1) früheres, 2) späteres Greisenalter. — Alterseigenthümlichkeiten (S. 182). — Sterben, Tod, Leiche (S. 188). Lebensdauer, Sterblichkeit (Alter, Geschlecht, Klima, Oertlichkeit, Beruf, Wohlstand, Civilisation, Sittlichkeit, Jahreszeiten, Tageszeiten). Todesursachen (nothwendiger, zufälliger Tod). Sterbeerscheinungen; Todeskampf (plötzlicher Tod, Scheintod). Leichenerscheinungen. *a.* Aeussere Leichenerscheinungen: Leichenblässe, Todtenkälte, Todtenstarre, Todtenflecke (hypostatische, Transudations-, Compressions-*Livores*). *b.* Innere Leichenerscheinungen: Blut-, Faserstoffcoagula (Herz- oder Sterbepolypen); Leichenhyperämieen (hypostatische, Compressions-Hyperämieen); cadaverische Imbibitionen, Transsudationen und Infiltrationen (blutige, seröse, Gallen-Imbibition und Transsudation)); Abänderungen der physikalischen Eigenschaften der Gewebe und Organe (Volums-, Consistenz-, Elasticitäts-, Farben-, Glanz-, Durchsichtigkeitsveränderungen). — Fäulniss.

Geschlechtseigenthümlichkeiten (S. 200).

Männlicher und weiblicher Habitus. Flüssige und feste Bestandtheile. Blut, Gefässsystem und Circulation; Respiration und Athmungsorgane; Verdauung und Digestionsorgane; Ernährung und Secretion; Nervensystem, äussere Sinne; Knochen, Muskeln, Haut; Krankheiten.

Lebenserscheinungen (S. 203).

A. **Physikalische Gesetze** (S. 204). I. Allgemeine Eigenschaften (S. 205). *a.* Consistenz. *b.* Adhäsion. *c.* Porosität, Capillarität, Imbibition, Transsudation, Enosmose. *d.* Zusammendrückbarkeit. *e.* Elasticität. *f.* Expansion, Dehnbarkeit. II. Gleichgewicht; Schwere; Schwerpunkt (S. 213). Parallelogramm der Kräfte, Statik, Dynamik; Hebel. III. Bewegung; Reibung (S. 217). Pendelschwingung; Stoss der Körper. IV. Hydrostatik und Hydrodynamik (S. 220). Gleichheit des Druckes; Gleichgewicht schwerer Flüssigkeiten; Druck der Flüssigkeiten; communicirende Röhren (Gleichgewicht schwerer Körper in Flüssigkeiten); Ausfluss der Flüssigkeit aus Oeffnungen; Menge und Beschaffenheit des Ausfliessenden; Wirkung des Ausflusses; Stoss flüssiger Körper. V. Aërostatik und Aërodynamik (S. 223). Gleichgewicht der Gase; Druck der Atmosphäre; Bewegung der Gase; Wellenbewegung. V. Wärme (S. 227). Aeussere Wärme (Wärmecapacität, latente Wärme); physikalische Wirkung der Wärme; Eigenwärme; Wirkung der verschiedenen Temperatur auf den Menschen (Wärme als Heilmittel); Kälte (als Heilmittel), Leiche Erfrorener. (Objective und subjective Temperatur.) VII. Licht (S. 233). Einfluss des Lichts auf den Körper. VIII. Magnetismus und Elektricität (S. 234). Wirkung der Elektricität (Elektricität als Heilmittel). — B. **Chemische Gesetze** (S. 237). Chemismus in der Medicin. — C. **Vitale Kräfte** (S. 240). *a.* Selbsterhaltung. *b.* Fortpflanzung. *c.* Nervenleben. *d.* Bewegung (Wimperbewegung, contractile Fasern, glatte Muskeln). *e.* Organisches Gleichgewicht (Sympathie,

Antagonismus). *f.* Organische Periodicität. *g.* Reizung, Reizbarkeit, Reaction; Reize. *h.* Gewöhnung, Gewohnheit, Uebung.

Lebensbedingungen (S. 249).

a. Wärme. *b.* Licht. *c.* Luft; Druck der Luft; Mischung der Luft; Barometerstand; Temperatur der Luft; Feuchtigkeit der Luft; Luftströmungen. Klima. *d.* Wasser. *e.* Nahrung; Nahrungsmittel. — Lebenstenacität.

Krankheit (S. 254).

Krankheitserscheinungen. Pathologische Anatomie. Physikalische Diagnostik. Rationelle Medicin.

Knochenlehre (S. 261).

I. **Mischung der Knochen** (S. 261). *a.* Knochenknorpel. *b.* Knochenerde. II. **Textur der Knochen** (263). *a.* Dichte Knochensubstanz *b.* Schwammige Knochensubstanz. — **Mikroskopische Bestandtheile.** *a.* Markkanälchen. *b.* Grundmasse, Knochenplättchen. *c.* Knochenkörperchen. *d.* Kalkkanälchen. III. **Ernährungs- und Ausfüllungsapparat der Knochen** (S. 267). *a.* Knochenhaut. *b.* Markhaut (Knochenmark). *c.* Blutgefässe. IV. **Entwickelung, Wachsthum und Ernährung der Knochen** (S. 269). *a.* Veränderungen des Knochenknorpels vor Absetzung der Knochenerde. *b.* Verknöcherung. — **Wachsthum; Ernährung; Regeneration** (Heilung eines Knochenbruches); Altersveränderungen; Veränderungen durch Krankheit (mechanische, organische Knochenkrankheiten, Neubildung von Knochengewebe, Verknöcherung).

Knochenskelet (S. 278).

Bildung des Skelets; Altersverschiedenheiten; Geschlechtsverschiedenheiten. Thierskelet; Skelet der Wirbelthiere. Abnormitäten des Skelets.

Kopf (S. 286).

Gestalt des Kopfes (Verschiedenheit nach Raçe, Alter, Geschlecht, Constitution, Temperament, Mode, Beschäftigung, Krankheit; Missgeburten). Umfang des Kopfes. Schädellehre. Vergleichende Anatomie des Kopfes.

Schädel (S. 295). Schädeldach, Schädelbasis. Durchmesser. Form. Grösse. Nähte. Fontanellen. Schädelknochen. Abnormitäten.

Gesicht (S. 298). Gesichtsknochen. Augengegend. Nasengegend. Unterkiefergegend.

Rumpf (S. 302).

Missgeburten. — Wirbelsäule. Abnormitäten. — Brustkasten. Durchmesser. Brustknochen. Weiblicher Thorax. Abnormitäten. — Becken. Geschlechtsunterschiede. Beckenformen. Abnormitäten. — Rumpfskelet der Wirbelthiere.

Gliedmaassen (S. 312).

Knochen der obern Extremität. Abnormitäten. Armgerüst der Wirbelthiere. — Knochen der untern Extremität. Abnormitäten. Vergleichende Anatomie.

Knorpellehre (S. 316).

I. **Eigenschaften und Nutzen der Knorpel.** *a.* Physikalische Eigenschaften. *b.* Chemische Eigenschaften. *c.* Lebenseigenschaften. *d.* Nutzen. II. **Textur der Knorpel** (S. 320). *a.* Grundsubstanz. *b.* Knorpelkörperchen. III. **Entwickelung und Wachsthum der Knorpel** (S. 322). *a.* Entstehung. *b.* Wachsen. IV. **Verschiedene Arten der Knorpel** (S. 323). **A. Bleibende Knorpel.** I. Wahre, ächte Knorpel. *a.* Gerüst- oder Organenknorpel. *b.* Verbindungsknorpel. α. Gelenkknorpel. β. Knorpel der Nähte und Synchondrosen. γ. Knorpelige Knochenverlängerungen. II. Faserknorpel.

a. Faserknorpel der Sehnen. *b.* Faserknorpel der Symphysen. *c.* Umfangsknorpel. *d.* Zwischenknorpel. B. **Verschwindende** Knorpel. I. Knochenbildungsknorpel. II. Knochenknorpel. — Krankheiten des Knorpelgewebes.

Fasersystem, Bänderlehre (S. 328).

A. **Sehniges Fasergewebe.** I. Eigenschaften des sehnigen Gewebes. Physikalische, chemische, Lebens-Eigenschaften (Reproduction). II. Textur des sehnigen Gewebes (S. 331). Sehnenfäserchen. Sehnenfasern. III. Vorkommen des sehnigen Gewebes (S. 332). Sehnige Bündel (Bänder, Flechsen), sehnige Häute (sehnige Hüllen: Knochenhaut, Knorpelhaut, *tunicae albugineae*, fibröse Häute; sehnige Scheiden für Flechten und Muskeln; sehnige Ausbreitungen). — Krankheiten des sehnigen Gewebes. B. **Elastisches Fasergewebe** (S. 333). I. Eigenschaften des elastischen Gewebes, physikalische, chemische. II. Textur des elastischen Gewebes. Elastische Fäserchen. Entwickelung. III. Vorkommen des elastischen Gewebes. — Krankheiten des elastischen Gewebes.

Gelenke (S. 337).

1) Knöcherne Gelenktheile (Krankheiten). 2) Gelenkknorpel. 3) Synovialkapsel. 4) Bandapparat. 5) Zwischenknorpel. 6) Muskelapparat. 7) Aeussere Weichtheile. — Gelenkkrankheiten.

A. **Gelenke am Kopfe** (S. 341). I. Unterkiefergelenk. II. Zungenbeingelenke. III. Kopfgelenke. *a.* Kopfatlasgelenk. *b.* Atlas-Epistropheusgelenk. B. **Gelenke am Rumpfe** (S. 343). I. Wirbelgelenke. Bewegungen der Wirbelsäule. Verrenkungen. II. Rippengelenke. *a.* Rippenwirbelgelenke. *b.* Rippenbrustbeingelenk. III. Symphysen des Beckens. *a.* Kreuzsteissbeinsymphyse. *b.* Kreuzhüftbeinsymphysen. *c.* Schambeinsymphyse. C. **Gelenke der obern Extremität** (S. 345). I. Brustbein-Schlüsselbeingelenk. II. Schlüsselbein-Schulterblattgelenk. III. Schultergelenk. IV. Ellenbogengelenke. *a.* Humero-Ulnargelenk. *b.* Humero-Radialgelenk. *c.* Radio-Ulnargelenk. V. Handgelenk. Bewegungen der Hand. *a.* Unteres Radio-Ulnargelenk. *b.* Antibrachial-Carpalgelenk. VI. Zwischenhandwurzelgelenk. Erbsenbeingelenk. VII. Handwurzel-Mittelhandgelenke. Daumengelenk. VIII. Zwischenmittelhandgelenke. IX. Fingergelenke. D. **Gelenke der untern Extremität** (S. 353). I. Hüftgelenk. Pfanne, *labrum cartilagineum*. Schenkelkopf. Bänder. Krankheiten. II. Kniegelenk. *a.* Kniescheibenschenkelgelenk. *b.* Schenkelschienbeingelenk. *c.* Oberes Tibio-Fibulargelenk. III. Fussgelenk. *a.* Unterschenkel-Sprungbeingelenk. *b.* Fersen-Sprungbeingelenk. IV. Tarso-Metatarsalgelenke. Mittelfussgelenke. Zehengelenke.

Muskellehre (S. 361).

Bewegung. Bewegungskraft. Willkührliche und unwillkührliche Muskeln.

I. **Textur** des Muskelgewebes (S. 365). *a.* Muskelfäserchen. *b.* Querstreifen. *c.* Scheide der Muskelfasern. *d.* Gefässe und Nerven der Muskelsubstanz. II. **Eigenschaften** des Muskelgewebes (S. 374). A. Physikalische Eigenschaften. Farbe. Todtenstarre. B. Chemische Eigenschaften. C. Lebenseigenschaften. Empfindlichkeit. Contractionskraft. III. **Entwickelung** und **Ernährung** des Muskelgewebes (S. 381). A. Entwickelung B. Ernährung. IV. **Eintheilung** der Muskeln (S. 383). V. **Muskelbewegung** (S. 385). Erregung der Muskelthätigkeit: *a.* durch den Willen, *b.* durch äussere Reize. A. **Unwillkührliche** Bewegungen 1) der Muskelfasern ohne Querstreifen, 2) der quergestreiften Muskelfasern. B. **Willkührliche** Bewegungen. I. Durch heterogene Reize bedingte Bewegungen. II. Automatische Bewegungen. III. Antagonistische Bewegungen. IV. Reflexionsbewegungen. V. Associirte Bewegungen. VI. Bewegungen, welche von Zu-

ständen der Seele abhängen. — Abnorme Bewegungen. Krämpfe. Bewegungslähmung. Krankheiten des Muskelgewebes.

Einfache willkührliche Bewegungen.

A. **Kopf** (S. 395). I. Schädel (Schädelhaut). II. Gesicht. 1) Nase (Nasenlöcher). 2) Auge (Augenlider, Thränensack, Augapfel). 3) Mund (Mundspalte, Oberlippe, Mundwinkel, Unterlippe, Lippen). 4) Backenhöhle. 5) Kinn. 6) Aeusseres Ohr. 7) Unterkiefer. 8) Zungenbein. 9) Zunge. 10) Weicher Gaumen. 11) Schlundkopf. 12) Kehlkopf. **B. Rumpf** (S. 397). I. Wirbelsäule. II. Brustkasten. 1) Rippen. 2) Brustbein. III. Becken. C. **Obere Extremität** (S. 399). I. Schlüsselbein. II. Schulterblatt. III. Oberarm. IV. Vorderarm. V. Hand. VI. Finger. D. **Untere Extremität**. I. Oberschenkel. II. Unterschenkel. III. Fuss. IV. Zehen.

Zusammengesetzte willkührliche Bewegungen (S. 400).

A. Ortsbewegungen. 1) Gehen und Laufen. 2) Sprung. Hüpfen. 3) Schwimmen. 4) Klettern. 5) Kriechen. B. Verschiedene Stellungen des Körpers. 1) Stehen 2) Sitzen. 3) Knieen. 4) Reiten.

Muskelsystem der Thiere (S 406).

Gefässlehre (S. 409).

Gefässsystem. I. **Bau** der Gefässe (S. 410). II. **Ernährung** der Gefässe (S. 414). III. **Contractilität** der Gefässe (S. 415). — A. **Arterien** (S. 416). *a.* Bau der Arterien; Häute *(tunica intima, tunica media, tunica externa)*. *b.* Unterschiede der Arterien von den Venen. *c.* Kräfte der Arterien (Elasticität, Contractilität). B. **Haargefässe** (S. 420). *a.* Bau der Capillargefässe. *b.* Verschiedenheit der Capillargefässnetze; Menge der Capillargefässe. *c.* Function der Haargefässe. C. **Venen** (S. 425). *a.* Bau der Venen; Häute *(tunica cellulosa, tunica fibrosa, tunica interna)*; Klappen; Gefässe und Nerven. *b.* Unterschiede der Venen von den Arterien. *c.* Lebenseigenschaften der Venen. *d.* Verrichtungen der Venen. D. **Saugadern** (S. 429). *a.* Bau der Lymphgefässe; Häute *(tunica externa, tunica interna)*; Klappen; Gefässe und Nerven. *b.* Verbreitung und Verlauf der Lymphgefässe. α) Anfang. β) Verlauf. γ) Endigung. δ) Vorkommen. *c.* Verrichtung der Lymphgefässe. E. **Lymphdrüsen** (S. 433). *a.* Bau der Lymphdrüsen. *b.* Function der Lymphdrüsen. — IV. **Entwickelung** des Gefässsystems (S. 435). *I.* Entwickelung des Blutgefässsystems. Bildung neuer Gefässe (Neubildung von Blutkörperchen). *II.* Entwickelung des Lymphgefässsystems. V. **Altersveränderungen** des Gefässsystems (S. 438). *a.* Arterien (Ernährung, Blut, Blutbewegung, Secretion). *b.* Venen. *c.* Lymphgefässe.

Physiologische und pathologische aus Gefässen bestehende Gebilde: Aderhäute, erectile Gebilde, Blutdrüsen, Wundernetze, Teleangiectasieen, cavernöse Geschwülste, Blutschwamm, Gefässfibroide.

Herz (S. 440).

Lage, Grösse, Gewicht (Abnormitäten der Grösse), Gestalt des Herzens. Bau des Herzens (S. 445). Muskelfäden. *Ductus arteriosus Botalli* (Anatomie, Obliteration).

Nahrungsflüssigkeiten; Kreislauf; Ernährung; Absonderung und Aufsaugung (S. 448).

Nahrungsflüssigkeiten.

I. **Blut** (S. 449).

Farbe. Wärme. Geruch (Blutdunst). Consistenz. Specifisches Gewicht. Elektricität. Menge (Blutmenge im Leichnam; Vertheilung des Blutes in den

einzelnen Organen, nach dem Lebensalter, nach der Todesart). Blutmangel (locale, allgemeine Anämie). Blutreichthum (locale, allgemeine Hyperämie).

Mikroskopische Bestandtheile des lebenden Blutes (S. 455). *a.* Blutflüssigkeit. *b.* Farbige Blutkörperchen (Form, Grösse, Menge der Blutbläschen). Bau der Blutkörperchen (Schale, Kern, Farbstoff, Zelleninhalt, chemisches Verhalten). *c.* Farblose Blutkörperchen.

Gerinnung des Blutes (S. 461). Zeit der Gerinnung. Gerinnungsprocess (biodynamische Theorie). Gerinnungsproducte (Blutkuchen, Blutwasser).

Chemische Zusammensetzung des Blutes (S. 464). I. Wasser. II. Unorganische Stoffe. 1) Alkalinische Salze (Chloride, Carbonate, Phosphate, Sulphate, Galactate). 2) Erdige Salze (Phosphate, Carbonate, Sulphate). III. Organische Stoffe. 1) Proteinverbindungen: *a.* Eiweiss; *b.* Käsestoff; *c.* Globulin; *d.* Faserstoff (Pseudofibrine). 2) Farbstoffe: *a.* Hämatin; *b.* Blutbraun; *c.* gelber Farbstoff. 3) Fette: *a.* krystallinische, *b.* ölige, saure, verseifte, *c.* phosphor- und stickstoffhaltige. 4) Extractivstoffe. IV. Gasarten.

Verschiedene Blutarten (S. 466). I. Arterien- und Venenblut. Farbe. Wärme. Specifisches Gewicht. Faserstoffgehalt (Gerinnung). Blutkörperchen. Chemische Bestandtheile. II. Pfortaderblut. III. Menstrualblut. IV. Blut des Embryo. — Veränderungen des Blutes in Krankheiten.

Entstehung, Ernährung und Bedeutung des Blutes (S. 470). Erste Entstehung des Blutes beim Embryo. Entwickelung der Blutkörperchen aus den Chylus- und Lymphkügelchen. Function des Blutes und seiner einzelnen Bestandtheile. *a.* Plasma. *b.* Blutbläschen. — Fett.

II. **Lymphe** (S. 473).

Formbestandtheile: Plasma; Körperchen: 1) Oeltröpfchen, 2) Lymphkörperchen. Chemische Bestandtheile.

III. **Milchsaft** (S. 474).

Formbestandtheile: Plasma, Chyluskörperchen, Oeltröpfchen. Chemische Bestandtheile.

Blutumlauf (S. 476).

Kleiner und grosser, peripherischer und centraler, arterieller und venöser Kreislauf. Beweise für den Kreislauf. Kräfte, welche den Kreislauf vermitteln (Contraction des Herzens, Lungen- und Thoraxaspiration, Blut, Nerven, Luftdruck). Schnelligkeit der Blutbewegung.

I. **Blutlauf durch das Herz** (S. 479). Mechanismus desselben. *a.* Systole (systolischer Herzton). Herzstoss, dessen Ursache, Ort, Stärke, Breite, Rhythmus. *b.* Diastole (diastolischer Herzton). — Momente der Herzthätigkeit (S. 483). Klappenapparat im Herzen. Venöse Klappen. Arterielle Klappen. Quantität des durch die Systole aus dem Herzen getriebenen Blutes. — Herztöne (S. 487), deren Ursachen. — Druckkraft des Herzens (S. 490). Ursache der Herzthätigkeit (Blut, Nervensystem, *medulla oblongata*). — Empfindlichkeit des Herzens (S. 493). — Herzkrankheiten.

II. **Blutlauf durch die Arterien** (S. 494). Ursachen desselben. Puls. Umfang der Arterien. Tönen der Arterien.

III **Blutlauf durch die Capillargefässe** (S. 498). Gleichförmiger, continuirlicher Strom. Schnellere und langsamere Blutbewegung. Selbstständige Contractionskraft des peripherischen Gefässsystems.

IV. **Blutlauf durch die Venen** (S. 500). Ursachen desselben. Stromkraft des venösen Blutes. Contractilität der Venenwandung. Venenpulsation. Tönen der Venen. Blutbewegung im Pfortadersysteme.

Circulatorische Thoraxthätigkeit (S. 504). Klappenapparat am Ursprunge der Anonyma. *Vena azygos* und *hemiazygos*. Untere Hohlader. Semilunarklappen der Lungenarterien. — Nonnengeräuschgegend.

Absonderung (S. 507).

Absonderungsproducte. *a. Secreta. b. Excreta.* Art der Absonderung. Quantität, Qualität der Absonderungen.

Aufsaugung (S. 510).

Aufsaugungsorgane. Modificationen der Resorption.

Ernährung, Wachsthum und Wiedererzeugung (S. 512).

Ernährung. Mauserungsprocess. Momente der Ernährung: Verdauung, Aufsaugung des Chylus, Respiration (Sanguification), Kreislauf, Umbildung der parenchymatösen Bildungsflüssigkeit zu organischer Substanz, Resorption der Lymphe, Absonderung. Organe und Act, Materiale der Ernährung. Rückbildung. Bedingungen, Zeitverhältnisse der Ernährung. — **Wachsthum** (S. 516). — **Wiedererzeugung.** — Vergrösserung und Verkleinerung. *a.* Regelwidrige Kleinheit. *b.* Regelwidrige Grösse. — Thierische Wärme.

Nervenlehre (S. 519).

Nervensystem, vegetatives und animalisches. A. **Structur** der Nervensubstanz (S. 522). Fasern. Ganglienkugeln (Nervenkügelchen). *a.* Primitivnervenfasern (Neurilem, Hülle der Nervenfibrille, Nervenmark), centrale Primitivfasern, organische Fasern. *b.* Ganglienkugeln. *c.* Zellgewebe der Nervensubstanz. *d.* Blutgefässe des Nervengewebes. B. **Chemische Zusammensetzung** der Nervensubstanz (S. 526). C. **Anordnung, Entwickelung, Regeneration und Verschiedenheiten** des Nervensystems (S. 528). *a.* Anordnung. *b.* Entstehung. *c.* Regeneration. *d.* Verschiedenheiten (Alter, Geschlecht, Raçe). D. **Einzelne Theile** des Nervensystems im Allgemeinen.

I. **Animales Nervensystem** (S. 530); Gehirn, Rückenmark, Spinalnerven; Empfindungsfasern, Bewegungsfasern, Denkfasern. *a.* Peripherischer Theil des animalen Nervensystems, Nerven, centrales und peripherisches Ende derselben. Uebersicht der Theile des peripherischen Nervensystems. 1) Rückenmarksnerven. 2) Gehirnnerven. (Andere Eintheilungen.) *b.* Centraltheile des animalischen Nervensystems. Gehirn und Rückenmark im Allgemeinen. (Function derselben.)

Rückenmark (S. 536)

Textur des Rückenmarks. *a.* Graue Substanz. *b.* Weisse Substanz. — Verhalten der Spinalnervenfasern im Rückenmarke.

Gehirn (S. 540).

Grosses, kleines, Mittel-Gehirn. Hirnhäute. *a.* Weisse Gehirnsubstanz. *b.* Graue Gehirnsubstanz.

II. **Vegetatives Nervensystem** (S. 543). Organische Fasern. *a.* Knotentheil. *b.* Geflechttheil.

Nervenknoten (S. 545).

Bau der Ganglien. Eintheilung der Ganglien.

Physiologie des Nervensystems (S. 548).

Animale und vegetative Functionen durch das Nervensystem vermittelt. Empfindlichkeit. Tonus. Nervenkraft. Nervenreizbarkeit. Reize. Fortleitung des Nervenagens (Innervation).

Uebersicht über die Nerventhätigkeit (S. 553). Abtheilungen des Nervensystems. — *a.* Centripetale Action. *b.* Centrale Action. *c.* Centrifugale Action. — Bedingungen der Thätigkeiten des Organismus. Gesetze der Nerventhätigkeit. 1) Isolirte Leitung. 2) Specifische Leitung. 3) Peripherische Energie. 4) Reflex. 5) Association und Coordination. 6) Gewohnheit.

Functionen der einzelnen Theile des Nervensystems im Allgemeinen (S. 558).

I. Functionen der Hirnnerven (S. 559). Bewegungs-Hirnnervenfasern. Empfindungs-Hirnnervenfasern. Gesetze der Leitung in den Empfindungsnerven. Irradiation der Empfindungen. Coincidenz mehrerer Empfindungen. — Functionen der einzelnen Nerven (S. 562): 1) Geruchsnerv, 2) Sehnerv, 3) gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv, 4) Rollmuskelnerv, 5) dreigetheilter Nerv (Augenast, Oberkieferast, Unterkieferast), 6) äusserer Augenmuskelnerv, 7) Gesichtsnerv, 8) Gehörnerv, 9) Zungenschlundkopfnerv, 10) Lungenmagennerv, 11) Beinerv, 12) Zungenfleischnerv.

II. Functionen der Rückenmarksnerven (S. 566). *I.* Halsnerven (1. 2. 3. 4. [*nervus phrenicus*] 5. 6. 7. 8. Halsnerv, Armgeflecht). *II.* Rückennerven. *III.* Lendennerven (Lendengeflecht). *IV.* Kreuzbeinnerven *(plexus ischiadicus, plexus pudendalis, plexus sacralis posterior)*. *V.* Schwanzbeinnerven.

Function des Rückenmarks (S. 570). Leitende, reflectirende, erregende Thätigkeit. Functionen der verschiedenen Theile; motorische und sensitive Fasern, graue Substanz, Seitenstränge. Verschiedene Untersuchungen und Schlüsse. — Reflexfunctionen. Mitbewegung, Mitempfindung.

Function des Gehirns (S. 597). Bewusstsein, Vorstellung, Gedanke, Wille, Leidenschaften. Action des Gehirns (verlängertes Mark, Vierhügel, kleines Gehirn, Hemisphären des grossen Gehirns, Balken). Sensibilität, Bewegungskraft des Gehirns. Beziehungen der geistigen Thätigkeiten zum Gehirn. Seele. Wachen und Schlaf. — Cerebrospinalflüssigkeit. — Bewegungen der Cerebrospinalachse.

Function des sympathischen Nervensystems (S. 588). Motorische, sensitive, organische Wirkungen. Wirkungsweise der organischen Nervenfasern. Ganglien. Sensibilität, Bewegungskraft des Sympathicus. Einfluss auf vegetative Processe.

Eingeweidelehre (S. 597).

A. Zellgewebssystem.

Zellgewebe. *a.* Structur des Zellgewebes. *b.* Entstehung des Zellgewebes. *c.* Eigenschaften des Zellgewebes; physikalische, chemische, Lebenseigenschaften. Formation des Zellgewebes (formloses, geformtes). *d.* Nutzen des Zellgewebes (atmosphärisches, parenchymatöses). *e.* Fettgewebe.

B. Hautsystem (S. 607).

I. Epithelium; dessen Structur (Pflasterepithelium, Cylinderepithelium, Uebergangsepithelium, Flimmerepithelium. II. Seröse Haut (S. 609). Absonderung der serösen Membranen, Flüssigkeit der serösen Säcke. III. Schleimhaut (S. 610). Epithelium der Schleimhaut. Intermediäre Haut. Zellgewebshaut. Schleimdrüsen. Schleimhautwärzchen. Schleimabsonderung. Schleim. IV. Aeussere Haut (S. 113). Lederhaut. Oberhaut. Unterhautzellgewebe. Haut als Schutzorgan. Hautausscheidungen (Hauttalg; Talgdrüsen; Hautausdünstung, Schweiss). Haut als Aufsaugungsorgan. Haut als Tastorgan; Tastsinn. — Anhänge der Epidermis (Nägel; Haare).

C. Drüsensystem (S. 620).

Ausscheidungsdrüsen: blinddarmförmige, traubenförmige, netzförmige Drüsen. Ausführungsgänge der Drüsen. Se- und Excret der Drüsenkanälchen. Absonderung.

D. Sinnesorgane (S. 624).

Sinne im Allgemeinen. Eintheilung.

I. **Gehörorgan** (S. 627). Aeusseres, mittleres und inneres Ohr. — Entwickelung. — Physiologie. Schall (Fortpflanzung desselben). Schallei-

tung bis zum Gehörnerven. **Functionen** der einzelnen Theile des Gehörorgans. *a.* Aeusseres Ohr. *b.* Aeusserer Gehörgang. *c.* Trommelfell. *d.* Paukenhöhle (Gehörknöchelchen; Ohrtrompete, *cellulae mastoideae*). *e.* Labyrinth (Labyrinthwasser, Wasserleitungen, Ohrkrystalle, halbcirkelförmige Kanäle, Schnecke). *f.* Gehörnerv.

II. **Sehorgan** (S. 637). Sclerotica. Hornhaut. Choroidea. Iris. Retina. Krystalllinse (Linsenkapsel). Glaskörper. *Humor aqueus.* — Entwickelung des Auges (S. 651). — **Physiologie** (S. 653). Sehen. Licht. Sehen mittels des Auges. **Functionen** der einzelnen Theile des Auges. *a. Sclerotica. b. Cornea. c. Choroidea. d. Iris. e. Zonula Zinnii. f. Lens crystallina* (optischer Mittelpunkt der Linse, Aberration wegen der Sphäricität, Brechungsvermögen). *g. Humor aqueus. h. Corpus vitreum. i. Retina.* — Accommodationsvermögen. — Bewegungen des Augapfels.

III. **Riechorgan** (S. 662). Aeussere Nase. Entwickelung. Schleimhaut der Nasenhöhle. Riechnerv. Riechobjecte.

IV. **Geschmacksorgan** (S. 664). Zunge. Nerven, welche den Geschmack vermitteln. Geschmacksobjecte. Unterzungenschleimbeutel, Zungendrüse. Entwickelung der Zunge.

Zähne (S. 666). 1) Zahnschmelz (Schmelzfasern, äussere Schmelzhaut. Zahnthierchen. Chemische Bestandtheile des Schmelzes). 2) Zahnsubstanz. 3) Knochensubstanz des Zahnes. 4) Matrix des Zahnes. — **Entwickelung, Wachsthum und Wechsel der Zähne** (S. 671). 1) Erste Bildung der Zähne. Zahnsäckchen. Schmelzorgan, Zahnkeim. 2) Ausbruch der ersten Zähne. 3) Entwickelung der bleibenden Zähne. 4) Zahnwechsel. 5) Altersveränderungen, Ausfallen der Zähne.

E. **Stimme und Sprache** (S. 676).

Organe, welche die Stimme hervorbringen. Kehlkopf (Stimmbänder, Stimmritze). Mechanismus der Stimme. Sprache. Vocale und Consonanten.

Schilddrüse (S. 680). Bau, Function derselben. **Thymusdrüse.** Bau, Entwickelung derselben. **Nebennieren.** Bau, Entwickelung derselben.

F. **Athmungsprocess** (S. 682).

Einathmen, Ausathmen. Respirationsorgane. *a.* Brusthöhle. Bewegungen des Thorax. *b.* Lungen. — **Mechanismus der Respiration** (S. 687). Einathmen (Modificationen desselben), Ausathmen (Modificationen desselben), willkührliche und unwillkührliche Respirationsbewegungen (Nerven, welche dieselben vermitteln, andere Ursachen derselben). — **Chemismus der Respiration** (S. 691). Atmosphärische Luft. Physikalische und chemische Veränderungen der eingeathmeten Luft. Mittelwerthe der respiratorischen Functionen. Kohlensäureausscheidung. Wasserausscheidung. Veränderungen des Blutes durch das Athmen. — **Theorie der Respiration** (S. 696). Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute in die Lungenzellen (*Graham*'sches Diffusionsgesetz). Gaswechsel innerhalb der Lunge. Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut. Animalische Wärme. — Entwickelung der Respirationsorgane.

G. **Verdauungsprocess** (S. 701).

Stoffwechsel. Nahrungsstoff. Verdauungsorgane. — Drüsen der Verdauungsschleimhaut. I. Lenticuläre (solitäre, agminirte), II. traubige, III. schlauchförmige Drüsen. — **Magen** (S. 703). 1) Magenschleimhaut (Labdrüsen, lenticuläre, traubenförmige Drüsen); 2) submuköse Zellhaut; 3) Muskelhaut; 4) seröse Haut. — **Darmkanal** (S. 705). Schleimhaut des Dünndarms; *a.* Zotten. *b.* Lieberkühn'sche Drüsen. *c. Glandulae solitariae mucosae. d. Glandulae Peyerianae. e. Glandulae Brunnerianae.* Innere Oberfläche des Dickdarms. — **Leber** (S. 708). *a.* Leberzellen. *b.* Gallenkanälchen. *c.* Lebergefässe. — Bedeutung der Leber für die Bildung der Blutkörperchen der Embryonen.

Verdauung (S. 713). Nahrungsmittel. Nahrungsstoffe (anorganische, organische). I. Vorverdauung (S. 721). 1) Aufnahme der Nahrungsmittel (Appetit, Hunger, Durst). 2) Zerkauen der Speisen. 3) Einspeichelung. Speichel. 4) Hinabschlucken des Bissens. II. Magenverdauung (S. 725). Magensaft. Einwirkung desselben auf die Nahrungsstoffe. Verdaulichkeit der Speisen. Einfluss des Vagus auf die Magenverdauung. Bewegungen des Magens. III. Dünndarmverdauung (S. 730). Chymus. *a.* Darmsaft. *b.* Galle. *c.* Pancreatischer Saft. Verdauungsprocess in den Dünndärmen. IV. Dickdarmverdauung (S. 736). Blinddarm, dessen Secret. Darmexcremente.

Milz (S. 738). Gefässscheiden. Balken. Milzpulpa. Blutgefässe. Function.

H. Harnabsonderung (S. 742).

Niere. Harnkanälchen. Blutgefässe. *Malpighi*'sche Körperchen. Mechanik der Harnabsonderung. Harn (wesentliche, unwesentliche Bestandtheile desselben, zufällige Beimischungen, Veränderungen desselben innerhalb des gesundheitsgemässen Zustandes).

I. Zeugung und Entwickelung des Embryo (S. 750).

1) Befruchten. 2) Einsaat. 3) Brütung. 4) Geburt. 5) Enthüllung.

Zeugungsorgane (S. 752). 1) Hode. Männlicher Samen (Samenthierchen, Ausspritzung des Samens). 2) Samenleiter und Samenbläschen. 3) Prostata. *Cowper*'sche Drüsen. 4) Penis. — Entwickelung der männlichen Geschlechtstheile. — 5) Eierstock (S. 761). 6) Eileiter. 7) Gebärmutter (Verlauf der Muskelfasern in der schwangern Gebärmutter; Schleimhaut des Uterus). 8) Scheide. 9) Brüste (Frauenmilch). — Pubertät. Menstruation.

Schwangerschaft (S. 768). I. Erscheinungen, welche durch die Befruchtung im mütterlichen Körper hervorgerufen werden. *a.* Veränderungen im ganzen weiblichen Körper. *b.* Veränderungen, welche durch die Schwangerschaft in den Geschlechtstheilen hervorgerufen werden. II. Erscheinungen, welche durch die Befruchtung im Ei hervorgerufen werden. — *a.* Eitheile, welche dem Eie eigenthümlich angehören (S. 776). 1) Chorion. 2) Stoff, welcher dem Eiweisse des Vogeleies analog ist. *b.* Eitheile, welche mit dem Embryonalkörper in unmittelbarer Verbindung stehen. 1) Nabelblase. 2) Amnion. 3) Allantois, mittlere Haut, Mutterkuchen *(placenta uterina, placenta foetalis)*, Nabelstrang.

Entwickelung des Vogel-, Säugethier- und Menschen-Eies und Embryo (S. 783).

Bau des gelegten unbebrüteten Vogeleies. Schale. Schalenhaut. Eiweiss. Dotterkugel. Hagelschnüre. Hahnentritt.

A. **Entwickelung des Vogelembryo** (S. 785). I. Periode; vom ersten Entstehen des Embryo bis zur Ausbildung des ersten Kreislaufes. II. Periode; von der Ausbildung des ersten Kreislaufes bis zu der des zweiten Kreislaufes. III. Periode; von der Entwickelung des Kreislaufes im Harnsacke bis zur Enthüllung des Embryo.

B. **Entwickelung des Säugethier-Eies und Embryo** (S. 791). Bildung des Amnion und Chorion, des Nabelbläschens der Allantois und des Mutterkuchens.

C. **Entwickelung des Menschenembryo** (S. 793). Erste Entwickelung des Embryo. I.—VII. Zeitraum (Wolff'sche Körper, Fruchtschleim, Kindspech). Lage des Embryo. Lebensäusserungen des Embryo: 1) Herzthätigkeit und Kreislauf; 2) Athem- und Darmbewegungen; 3) Excretionen des Embryo; 4) Nerventhätigkeit. — Unterschiede zwischen einem reifen und einem unreifen Embryo. Grösse und Gewicht einer reifen Frucht. Kindliche Herztöne. Uterinalgeräusch.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS.

Die **Schöpfungsproducte unserer Erde**, welche letztere selbst nur ein Atom des grossen Weltganzen ist, theilt man in **organische** und **unorganische** Körper, und nennt die Wissenschaft, welche die Kräfte, Erscheinungen und Gesetze der Thätigkeiten beider Körperreihen ausmittelt, **Naturlehre** im weitesten Sinne des Wortes. Die Naturlehre der unorganischen Körper ist „**Physik**“, die der organischen „**Physiologie**“ benannt worden.

Organische Körper pflegt man im engern Sinne (denn im weitern *ist die* Erde und die ganze Welt ein Organismus) diejenigen nach einer besondern Idee eigenthümlich und aus verschiedenartigen, bestimmten Zwecken dienenden Theilen (**Organen**) zu einem abgegränzten Ganzen verbundenen Naturproducte (**Einzelwesen**, **Individuen**) zu nennen, welche bald einfacher, bald sehr zusammengesetzt, relativ selbstständig und nur eine bestimmte Zeit existirend, **nicht blos** den allgemeinen (physikalischen und chemischen) Gesetzen, wie die unorganischen Körper unterworfen sind, sondern in und an denen vermöge ihres eigenthümlichen innern Wesens oder vielleicht (?) vermöge einer ihnen innewohnenden, nach bestimmten (organischen) Gesetzen wirkenden Kraft (d. i. die sogenannte **Lebenskraft**, das **Lebensprincip**), trotz ihres gleichartigen Fortbestehens, doch offenbar in die Sinne fallende Erscheinungen (**Lebenserscheinungen**) von innerer, selbstständiger Bewegung stattfinden, durch welche sie ihr Sein innerhalb gewisser Gränzen unverletzt zu sichern im Stande sind. Ihr Sein (**Leben**) besteht aber in einem **beständigen Wechsel ihrer Materie**, **Stoffwechsel**, (in beständigem Werden und Vergehen, in fortwährendem Sichselbstproduciren,), und im **Durchlaufen eines Cyclus von bestimmten Veränderungen** (**Bildungsperioden**), mittels welcher diese Körper entstehen, wachsen, zu einer bestimmten Stufe der Vollkommenheit gelangen, von da wieder zurückschreiten und endlich zu Grunde gehen (sterben), indem sie andere ihnen ähnliche Körper, welche nun ihre Stelle einnehmen, hervorbringen und zurücklassen. Der nächste Grund des Bestehens organischer Körper liegt nun zwar in ihnen selbst, allein da nur das göttliche Sein als ein unbedingtes zu fassen ist, so sind doch noch gewisse Bedingungen zur Erhaltung der Eigenthümlichkeit dieser Körper durchaus erforderlich, und diese sind eine **fortwährende Wechselwirkung mit der Aussenwelt**, von der sie immerfort Stoffe aufnehmen und an sie abgeben. Dieses eigenthümliche Sein der organischen Körper, durch welches sie nicht allein dem Zwecke des grossen Ganzen dienen,

sondern auch einen eigenen Zweck erreichen, nennen wir Leben (im engern Sinne, epitellurisches, relatives, organisches), und die organischen Körper deshalb auch lebende, belebte. Organischsein und Belebtsein ist also gleichbedeutend; was also belebt ist, muss mit besonderer lebensfähiger Materie und mit einer Kraft begabt sein, welche in dieser Materie Lebensäusserungen hervorzubringen vermag. Die einzelnen, aus solcher Materie bestehenden und durch die Vereinigung mehrerer Systeme zu einem Gebilde geformten Theile eines organischen Körpers, welche in einer wechselseitigen genetischen (d. h. Hervorbringungs- und Erhaltungs-) Beziehung unter einander stehen (wie Ursache und Wirkung, und also keine Trennung von einander zulassen) und einer bestimmten, die Erhaltung des Ganzen bezweckenden Function vorstehen, nennt man Organe. Eine Mehrzahl von Organen zu einem lebensfähigen Ganzen verbunden, welchem ein vernünftiger Plan zu Grunde liegt und in welchem also jeder einzelne Theil vom Ganzen und das Ganze von den Theilen abhängt, heisst Organismus, und die eigenthümliche Beschaffenheit desselben Organisation. — Organische, belebte Körper, Organismen, sind in diesem Sinne die *Pflanzen*, die Thiere und der Mensch und die allgemeinen Erscheinungen an denselben, als Folgen ihrer Organisation, sind: Entwickelung, Wachsthum, Fortpflanzung und Vergänglichkeit (Sterben). Der thierische Körper zeichnet sich vor den Pflanzen dann noch durch den Besitz des Vermögens zu empfinden und sich willkührlich zu bewegen (animalische, vom Nervensystem abhängige Eigenschaften) aus, der Mensch vor den Thieren aber hauptsächlich durch höhere, dem vollkommneren Gehirn zuzuschreibende, Geistesfähigkeiten.

Organisch und organisirt sind verschiedene Begriffe; ersteres bezeichnet nur eine Verbindung chemisch einfacher Stoffe zu einer blos in organischen, nicht in unorganischen Körpern vorkommenden Materie, letzteres dagegen Substanzen von bestimmter, nur in organischen Körpern auftretender Form. Das Organische braucht also nicht organisirt zu sein (es gibt formlose organische Substanzen, z. B. Eiweiss), dagegen muss natürlich alles Organisirte organisch sein (z. B. Muskel, Nerv). Organischer Stoff und organische Form sind demnach gehörig zu unterscheiden.

Leben und Lebenskraft. Die Erdorganismen leben, so lange in ihnen der (auf einen Selbsterhaltungs- und Gestaltungsprocess sich gründende) Stoffwechsel im Gange ist; Aufhören des Stoffwechsels ist Tod. Die letzte Ursache dieses Stoffwechsels, welchem übrigens ebensowohl (sogar die Mehrzahl der sogenannten Lebenserscheinungen bedingende) chemische, wie physikalische Kräfte dienen, ist uns aber durchaus unbekannt und wird Lebenskraft genannt. — Ueber die Ursachen des Lebens sind etwa 3 Hauptansichten aufgestellt worden: 1) eine rein physikalische, welche sich wieder in eine chemische und mechanische (mathematische) scheidet; erstere fusst auf den zahlreichen Entdeckungen der neuern organischen Chemie und auf dem, den chemischen Grundcharakter der belebten Materie ausmachenden, unausgesetzten Stoffwechsel; letztere betrachtet das organische Leben als eine Vereinigungsform physikalischer Vorgänge. 2) Eine dynamische oder vitalistische Ansicht, welche entweder eine Grund-

kraft (Lebenskraft), ein einziges immaterielles, mit Ueberlegung und Vorsatz wirkendes Wesen, oder mehrere willkührlich und mit Verstand handelnde Kräfte annimmt. 3) Eine physikalisch-dynamische Ansicht, welche der organischen Form Lebenserregung zuschreibt, die Mittel und Wege dagegen, wodurch die Organisation ihren Zweck erreicht, auf chemisch-physikalische Weise zu Stande kommen lässt. — Am besten spricht sich *Schleiden* über die Lebenskraft aus:

„Niemand ist im Stande, anzugeben, was sie sei, wie sie wirke, an „welche Gesetze ihre Wirkungsweise gebunden sei, wie sie gemessen und „danach der Erfolg bestimmt werden könne, und deshalb ist es auch unmög-„lich, sie als Erklärungsgrund für irgend eine Erscheinung, welche es auch „sei, zu gebrauchen. Der Ausspruch: dieser oder jener Vorgang ist Folge „der Lebenskraft, heisst durchaus nichts Anderes als: dieser Vorgang hat „irgend eine Ursache, was sich natürlich von selbst versteht, welche aber, „ist damit auch nicht einmal annäherungsweise bestimmt. Es ist Sache der „Naturphilosophie, nachzuweisen, dass die Annahme einer Lebenskraft, als „einer von den physikalischen Kräften qualitativ und ursprünglich ver-„schiedenen, als einer den Organismen eigenen Grundkraft, ein Unding „sei. Es kann wohl nur von einem im höchsten Grade Unwissenden in „Abrede gestellt werden, dass in und an den sogenannten Organismen eine „Menge Erscheinungen hervortreten, die demjenigen angehören, was wir mit „einem Gesammtausdruck Leben nennen, und gleichwohl zur völligen Genüge „als Wirkungen rein unorganischer Kräfte zu erklären sind. Dass die Chemie „ganz in derselben Gesetzlichkeit, wie wir sie bei den unorganischen Körpern „kennen lernen, uns viele Fragen aufgelöst hat, ist gewiss; dass Elektricität „und Galvanismus auf die organischen Körper wirken, leidet keinen Zweifel; „diese sind, wie alle Körper, der Schwerkraft, den Gesetzen der Cohäsion, „Adhäsion u. s. w. unterworfen. Aber von keiner einzigen der genannten „und der übrigen physikalischen Kräfte kennen wir bis jetzt die Grenze ihrer „Wirksamkeit im Organismus. Wenn man nun auch gar nicht in Abrede „stellen wollte, dass es neben jenen im organischen Körper noch eine diesem „eigenthümliche Grundkraft (Lebenskraft) gebe, so ist doch so viel einleuch-„tend, dass überall erst dann von ihr die Rede sein kann, wenn wir die „Wirkungssphäre aller jener unorganischen Kräfte im Organismus bis in ihre „äussersten Grenzen durchforscht haben, bis alle Versuche darüber ange-„stellt, alle zum vollständigen Abschluss gebracht, Alles dabei so klar ge-„worden ist, dass kein Zweifel mehr übrig bleibt. Dann erst, und nicht einen „Augenblick früher, sind wir überall im Stande, zu bestimmen, ob nun noch „von dem Ganzen, was wir Leben nennen, ein grösserer oder geringerer „Theil übrig bleibt, der sich niemals auf die unorganischen Kräfte als deren „Resultate zurückführen lassen würde. Erst dann sind wir bei dem Gebiete „der Lebenskraft angekommen, dann erst können unsere Forschungen diese „eigenthümliche Kraft zu ihrem Gegenstande nehmen, und wenn wir dann „ihre Art und Weise, ihre Gesetzlichkeit u. s. w. erkannt haben, können wir „sie als Erklärungsgrund in die Wissenschaft einführen. Jetzt aber, wo noch „so tausend verschiedene Fragen sich anbieten, deren Lösung durch das „genauere Studium der unorganischen Kräfte zu hoffen ist, da Tausende von „Versuchen und Experimenten noch zu machen sind, die nur die unorganischen „Kräfte betreffen und die noch gemacht werden müssen, ehe wir weiter fort-„schreiten können, ist es geradezu lächerlich, von der Lebenskraft anders „zu sprechen, als von einem unbekannten X, dessen Werth am Ende der „Rechnung auch wohl $=0$ werden könnte. Nur Unwissenheit und Geistes-„trägheit sind bei dem jetzigen Stande unserer Naturwissenschaften die Ver-„theidiger einer Lebenskraft, die Alles machen, Alles erklären soll, von der „Keiner angeben kann, wo sie steckt, wie sie wirkt, an welche Gesetze sie „gebunden ist. Der Wilde, der eine Locomotive ein lebendes Thier nennt, „ist nicht unwissender als der Naturforscher, der von Lebenskraft im Orga-

„nismus spricht. Beide nennen das lebendig, bei dem sie eine Summe von „Thätigkeiten zu einem Gesammteffect verbunden sehen, ohne zur Zeit im „Stande zu sein, sich über die einzelnen Summanden, die auch noch wieder „Producte verschiedener Factoren u. s. f. sein können, Rechenschaft zu geben. „Freilich schadet es nichts, wenn man vorläufig ein unbekanntes X mit irgend „einem Ausdrucke bezeichnet, wenn man nur beständig im Auge hält, dass „der Ausdruck eben noch keine bestimmte Geltung und Bedeutung habe" u. s. f.

Unorganische, leblose Körper (nicht todte, da man hierunter eigentlich Leichen von organischen Körpern versteht) pflegt man diejenigen zu nennen, welche blos den uns bis jetzt bekannten physikalischen und chemischen Gesetzen unterworfen sind und keine innere Bewegung, keine Quelle von Veränderungen, keinen Stoffwechsel in sich tragen; welche durch die sogenannten unorganischen Kräfte (chemische Affinität und Cohäsionskraft), und zwar plötzlich, gleichsam mit einem Schlage, entstehen, und dann unverändert in demselben Zustande, wie sie im Momente ihrer Entstehung waren, oft unendliche Reihen von Jahrhunderten fortbestehen, nur durch sich selbst existirend. Die geringste innere Veränderung in ihnen ist auch der Moment ihres Aufhörens. Sie verfolgen also auch keinen Zweck, sondern stehen nur als leidende Werkzeuge des grossen Ganzen da, für dessen Zweck sie gebildet wurden.

I. Unterschiede zwischen organischen und unorganischen Körpern.

Zwischen dem organischen und unorganischen Reiche ist, wie überhaupt überall in der Natur, keine scharfe Gränze gezogen, sondern es findet ein allmäliger Uebergang, durch unzählige Mittelglieder, statt. So gränzen an die Krystalle, welche gewissermaassen den Uebergang vom Unorganischen zum Organischen zu machen scheinen, solche pflanzliche Organismen, in denen sich nur geringe Spuren von Leben wahrnehmen lassen (Lithophyten, Nulliporen, Corallen). Einige Naturphilosophen nehmen gar nichts Lebloses in der Natur an; sie betrachten Alles als Theile eines belebten Ganzen und deshalb auch selbst als belebt. Eine Beobachtung schien auch eine Art von Bewegung in unorganischen Stoffen nachzuweisen. Der Botaniker *Robert Brown* fand nämlich, dass in sehr fein gepulverten unorganischen (wie organischen) Substanzen, welche in Wasser suspendirt sind, eine Bewegung der kleinen Molecule vorgeht. Manche Naturphilosophen sehen diese Molecularbewegung als Beweis eines überall sich zeigenden Lebens an; allein dieselbe hängt theils vom Verdunsten des Wassers, theils von andern äussern Umständen ab. — Organische wie unorganische Körper unterliegen den allgemeinen Gesetzen der Materie; in beiden finden sich die Gesetze der Schwere, Cohäsion und Trägheit wieder, beide sind aus denselben Grundstoffen zusammengesetzt und nur die Verbindung der Elemente ist in beiden eine verschiedene. Die Hauptunterschiede

zwischen organischen und unorganischen Körpern sind: dass erstere unter beständigem Wechsel ihrer Materie und fortwährender Wechselwirkung mit der Aussenwelt nur eine bestimmte Zeit lang existiren und während dieser Zeit einen bestimmten Cyclus von Entwickelungsperioden durchlaufen. Ausserdem ergeben sich auch noch aus der Art des Entstehens, Bestehens und Vergehens sowie aus der Art der Zusammensetzung und Gestaltung organischer und unorganischer Körper mehrere Unterschiede.

A. Das **Entstehen** unorganischer Körper geschieht durch zufällige Verbindung der Theile und zwar plötzlich, ohne eine eigenthümliche Entwickelung zu haben und Körper ihres Gleichen vorauszusetzen, blos nach chemischen und physikalischen Gesetzen. Einige von ihnen scheinen aus Flüssigkeiten hervorgegangen, andere feurigen Ursprungs zu sein; ihr Entstehen fällt eigentlich mit der Schöpfung der Erde (der verschiedenen Erdrinden) zusammen. — Organische Körper entstehen dagegen nur durch Organismen, meist derselben Art und Gestalt, und durchlaufen dabei einen bestimmten, eigenthümlichen Entwickelungsprocess. Nur bei den niedrigsten Thier- und Pflanzenformen ist man zu der Ansicht gekommen, dass dieselben ohne Aeltern, durch den Zusammentritt der Elemente aus organischer oder unorganischer Materie, durch Urzeugung *(generatio aequivoca)*, entständen. Allein neuere Untersuchungen (besonders von *Ehrenberg*) haben gelehrt, dass der alte *Harvey*'sche Ausspruch: *omne vivum ex ovo*, auf das Entstehen der organischen Körper anwendbar ist. Wie organische Körper ursprünglich entstanden sind, das zu ermitteln ist ganz unmöglich. Hinsichtlich des Entstehens der jetzigen, so nimmt man an, dass jeder organische Körper durch einen innern Trieb des Organismus entsteht, der eine sehr kleine Menge ungebildete, homogene und dem künftigen Körper ganz unähnliche Masse absondert, welche sich durch eigenen innern Trieb bis zur Vollendung ausbildet, indem sie allmälig in eine Mannigfaltigkeit einzelner, durch physikalische und chemische Eigenschaften bedeutend von einander verschiedener Theile (Organe) übergeht, von denen ein jeder seine eigene Art von Thätigkeit ausübt, die aber alle zur Erhaltung des Ganzen unentbehrlich sind. Es kann nicht mehr bezweifelt werden, dass der Keim durchaus nicht die Miniatur der spätern Organe ist, wie Manche glauben (d. i. die Theorie der Evolution, Einschachtelung), sondern dass der Keim das von der spezifischen organischen Kraft beseelte und blos potentielle Ganze ist, welches *actu* sich entwickelt und die Glieder zur Thätigkeit des Ganzen neben einander erzeugt. Denn der Keim selbst ist nur formlose Materie und die ersten Rudimente werden nicht durch Vergrösserung erst sichtbar (Theorie der Epigenese).

a. Die **Urzeugung**, die ungleichartige, freiwillige, geschlecht-, ältern- oder mutterlose Zeugung, *generatio aequivoca (generatio sine parentibus, heterogenea, primitiva primigena, originaria, spontanea)*. Es wird mit diesen Ausdrücken eine Entwickelungsweise organischer Körper, ebenso von Thieren, wie

von Pflanzen bezeichnet, die nicht auf dem Wege der geschlechtlichen Fortpflanzung von Wesen ihres Gleichen vermittelt wird, sondern entweder aus der directen Combination der Grundstoffe, aus rein unorganischen Stoffen oder aus Nebenerzeugnissen der Zersetzung organischer Masse hervorgeht. Man dachte sich hierbei unsern Erdkörper mit einer unendlichen Productionskraft begabt, welche anfangs, als sie noch ungeschwächt war, alle lebenden Wesen erzeugte, jetzt aber, nachdem sie durch Produciren geschwächt, nur noch die einfachsten Pflanzen- und Thierbildungen hervorzubringen im Stande ist. — Eine unbegrenzte *Generatio aequivoca* hat man jedoch wohl zu keiner Zeit angenommen; Menschen, Säugethiere und Vögel liess man nie, nachdem die ersten davon einmal geschaffen, durch Urzeugung wieder entstehen. Dagegen sollten von den Wirbelthieren Amphibien und Fische auf diese Weise erzeugt werden können, weil man dieselben an Stellen (in Felsenklüften) traf, wo ihr Vorkommen nicht mit Bestimmtheit zu erklären ist. Am häufigsten aber sind es kryptogamische Pflanzen (besonders Gährungspilze), ferner die sogenannten Zoophyten und von den wirbellosen Thieren die Infusorien, Eingeweidewürmer und Samenthierchen, deren Entstehen man sich zum Theil auch jetzt noch, als ein spontanes, durch Urzeugung erklärt. Allein wenn wir auch noch nicht im Stande sind, die Entstehung mancher Organismen genau zu erklären, so brauchen wir doch die *generatio aequivoca* noch keineswegs anzunehmen, da ja in Folge der neuesten mikroskopischen Untersuchungen nicht mehr so viel niedere Geschöpfe wie früher übrig sind, auf welche sie Anwendung findet. Vögel, Insecten, Wind und Regen können recht leicht Samen und Eier weit hinwegführen, und diese werden sich dann da, wo günstige Bedingungen für ihre Entwickelung vorhanden sind, entwickeln.

α) **Zoophyten, Thierpflanzen** (Protoorganismen *Carus*'s; das dypsychische Reich *Bory*'s; Mittelorganismen), das sind Organismen, welche ein (mystisches) Zwischenreich zwischen Thier- und Pflanzenreich bilden, den Uebergang von den niedrigsten thierischen Organismen zu den untersten pflanzlichen vermitteln und sich durch Umbildung von vegetabilischen Organismen zu Thieren und umgekehrt aus Thieren zu Pflanzen entwickeln sollen. Genaue Untersuchungen haben jedoch gelehrt, dass alle diese Organismen entweder dem Pflanzen- oder gewöhnlich dem Thierreiche angehören. So sind die Keime der *Vaucheria clavata* als ächtes Thier *(Rotifer vulgaris)* erkannt worden; im rothen Schnee kommen vielleicht ebensowohl vegetabilische *(? Protococcus nivalis)*, wie animalische Organismen *(Astasia nivalis, Philodina rosea)* vor; die *Priestley*'sche grüne Materie (der grünfärbende Absatz des in der Sonne stehenden Wassers, welcher reichlich Sauerstoffgas ausströmt), die man als den Anfang und gleichsam als die Matrix aller lebenden Wesen ansah, wurde von *Ehrenberg* als Infusorienbildung (*Chlamydomonas pulvisculus* und *Euglena viridis*, das grüne Augenthierchen) erkannt. — Die thierähnlichen Bewegungen, welche man an pflanzlichen Bildungen (Keime, Sporen) nicht selten wahrnimmt, sind die Folgen theils chemischer Einflüsse, theils auch wahrer Contractionen der Substanz (der Zellenwandung).

β) **Infusorien.** Werden organische Substanzen (besonders weiche, leicht zersetzliche, wie Fleisch, Eiweiss, Gallerte, saftige und mehlige Pflanzentheile), oder wie Einige behaupten, selbst unorganische Stoffe, mit Wasser übergossen und diese Infusionen der Wärme und atmosphärischen Luft (oder

auch andern Gasarten: Sauerstoff-, Stick- und Wasserstoffgas) ausgesetzt, so findet man nach einiger Zeit darin mikroskopische Organismen pflanzlicher oder thierischer Art, welche Infusorien: Infusionspflanzen (Schimmelbildungen) und Infusionsthierchen, genannt worden sind. Man glaubte früher, dass nach der verschiedenartigen Beschaffenheit des Infusionsstoffes auch die Formen der daraus sich entwickelnden Infusorien verschieden wären. Allein dem ist nicht so; man kann durch Modification der Bedingungen zur Infusorienbildung durchaus nicht willkührlich verschiedenartige Organismen hervorbringen. So bilden sich oft die verschiedensten Infusorien, wenn auch die gleichmässigsten Infusionen ganz gleichmässig behandelt werden, und umgekehrt zeigen sich oft in sehr ungleichen Infusionen dieselben Pflanzen, dieselben Thiere. Ebensowenig ist es auch gegründet, dass in Infusionen immer zuerst kleinere und unvollkommnere Organismen entstehen und successive höhere Formen sich ausbilden. — Was die Entstehung der Infusorien betrifft, so lehren die neuesten Untersuchungen, dass der Infusionsstoff unter Mitwirkung des Wassers, der Luft und der Wärme nicht das zeugende Princip der Infusorien, sondern nur die das Leben derselben unterhaltende Grundlage ist, und dass die einzige Ursache der Infusorienbildung in Keimen oder Eiern liegt, die theils in den Aufgussstoffen, theils im Wasser, theils auch in der atmosphärischen Luft sich vorfinden. Uebrigens bilden sie sich auch an Orten, welche vom Lichte der Atmosphäre ganz abgeschlossen sind, wie die tiefen Lager kieselschaliger Infusorien unter Berlin beweisen; ferner hält eine Temperatur, welche jedes lebende Gewebe völlig zerstören würde, die Wiederbelebungsfähigkeit dieser Thierchen und ihrer Eier nicht auf; und vollständig ausgetrocknete Infusorien kehren durch Feuchtigkeit leicht zum Leben zurück.

Die **Infusionsthierchen**, — von denen die kleinsten $^1/_{2000}$''' Dm. besitzen und welche *Ehrenberg* in zwei grosse Gruppen ordnet, nämlich: in die Magenthierchen *(infusoria polygastria)*, mit zahlreichen blasenförmigen Magenzellen, in 22 Familien, 122 Gattungen und 553 Arten; und in die Räderthierchen *(infusoria rotatoria)*, mit einem eigenthümlichen Räderorgane und höheren Organisationsverhältnissen, in 8 Familien, 55 Gattungen und 169 Arten, — besitzen ausser Mund, Magen, Darmkanal mit After, ausser Apparaten zum Ergreifen und Zerkleinern der Nahrung, Bewegungsorganen, Gefässen, selbst Nerven- und Sinneswerkzeugen, auch noch getrennte Geschlechtsorgane und können sich mit unglaublicher Schnelligkeit vermehren. So theilt sich eine Bacillarie oder Vorticelle in einer Stunde in 2 Thiere, in der andern Stunde theilt sich jedes Thier noch einmal u. s. f., so dass man in 48 Stunden aus einem Thiere 8 Millionen und in 4 Tagen 140 Billionen Thiere entstehen sehen kann. Es ist deshalb nicht wunderbar, wenn in einer Infusion von mehreren Tagen in einem einzigen Tropfen derselben mehrere hundert Millionen Monaden gefunden werden. Eine Idee von der ausserordentlichen Verbreitung der Infusionsthierchen, von denen manche mit Panzern aus Kieselerde bekleidet sind, erhält man dadurch, dass man die fossilen Ueberreste dieser Thiere betrachtet. Sie setzen fast ganz die Feuersteine, das Bergmehl, den Polirschiefer, die Halbopale, Kreide und viele Kalkarten zusammen; in jedem Quadratzoll des Biliner Polirschiefers sind über 40,000 Millionen dieser Wesen nachweisbar; die Lüneburger Haide besteht zum grössten Theile aus den Panzern von Infusorien. *Ehrenberg* sagt: „denkt man sich die Ueberreste der Infusorien von der Oberfläche der Erde hinweg, so verschwände ein ansehnlicher Theil Russlands an der Wolga und würde zu einem wahrscheinlich tiefen See; desgleichen von Polen. Die Insel Rügen mit einem Gebietstheile von Pommern und Mecklenburg und dem grössten Theile von Dänemark verschwänden. Ein grosser Theil des südlichen Englands mit London, Dover, Brighton würde tief unter das Meeresniveau versinken, wie das nördliche Frankreich, der grösste Theil Siciliens und vielleicht das ganze lybische Africa mit Aegypten und einem grossen Theile des nordwestlichen Asiens". — Nachdem das Vorhandensein einer Duplicität des Geschlechtsorganismus bei den Infusorien, ebenso wie die Fortpflanzung derselben durch Eier, nachgewiesen worden ist, hat sich auch das Leuchten der Infusorien im Meere *(Polynöe fulgurans, Synchaeta baltica)* erklären lassen. Es steht dasselbe nämlich mit der Geschlechtsthätigkeit im Zusammenhange und geschieht mittels einer körnigen Masse (Eier), welche entweder die Ovarien selbst bildet oder doch ein mit denselben innig verbundenes Gebilde ist. — Auch im und am Thier- und Menschenkörper kommen Infusionsthierchen als Parasiten (infusorielle Epi- und Entozoen) vor, und zwar entstehen sie vorzugsweise da, wo faulige Zersetzung statt findet (deshalb besonders im Kothe und in Geschwüren). Nicht selten werden sie aber schon gebildet in den Körper eingeführt. Die im menschlichen Körper am häufigsten vorkommenden Infusorienarten sind Vibrionen *(Vibrio prolifer, lineola)*, bald einfache, bald mehrfache (zu 2—6), paternosterförmig an einander gereihte Kügelchen, mit Magen und lebhafter thierischer Bewegung. Man fand ferner noch: Vorticellen und *Colpoda Cucullulus* auf unreinen Geschwüren; *Trichomonas vaginalis* im Scheidenschleime syphilitischer Weiber (wahrscheinlich abgestossenes Flimmerepithelium des Uterus); die Panzer von *Navicula*; die *Denticola* im Zahnschleime. Bei Thieren entdeckte man öfters Infusorien und Entozoen-Eier im

Blute (Hämatozoen), die höchst wahrscheinlich von aussen hinein gelangen. *Klencke* will auch im menschlichen Blute infusorienähnliche Thiere beobachtet haben und hält diese für die Ursache periodischer Anfälle von Schwindel (?). In der Augenhöhle der Fische entdeckte *Müller* die Psorospermien (d. s. kleine Cysten, welche im Innern bewegungslose, den Spermatozoen ähnliche Körperchen enthalten, deren innere Organisation noch nicht erkannt ist), von welchen man noch nicht gewiss weiss, ob sie Entozoenlarven oder Pflanzenparasiten sind.

Infusionspflanzen: Epi- und Entophyten. Nach den frühern Ansichten sollte vom Schimmel bis zum Byssus alles vegetabilische Leben durch Selbstzeugung entstanden sein, vorzüglich aber die niederen Pilz- und Schimmelformationen. Dagegen haben aber die neuern Untersuchungen gelehrt, dass das Pflanzenleben ebenso wie das thierische aus präexistenten Keimen nach dem gemeinsamen Entwickelungsprincipe sich hervorbildet und durch Auflösung und Zersetzung organischer Substanzen sich nur nährt und vermehrt. *Ehrenberg* hat nämlich das wirkliche Keimen der Pilz- und Schimmelsamen und ihre stufenweise Entwickelung bis zur Vollendung der neuen Samenbildung nachgewiesen, ja schon *Leeuwenhoek* beobachtete die Bläschenbildungen in gährenden Flüssigkeiten. Dass die Keime der mikroskopischen Pilzbildungen in der Atmosphäre suspendirt sind und mit derselben in die ihrem Einflusse zugänglichen Körper übergehen, ergibt sich daraus, dass in Folge der Zerstörung der organischen Wesen durch Ausglühen der Luft oder durch Absperren derselben, auch keine Gährung eintritt. — Von den Infusionspflanzen sind vorzugsweise bekannt: der Gährungspilz *(Saccharomyce)*, der Fadenpilz, die Muscardine auf dem Körper der Seidenraupe, und mehrere andere parasitische, selbst ansteckende Pflanzenbildungen in und auf Thieren und Menschen (Epi- und Entophyten).

Die Gährungspilze, Hefezellen *(Sacchoromyces, torula s. mycoderma cerevisiae, cryptococcus fermentum)*, welche nie ohne Zucker entstehen und sich vorzüglich in der Bier- und Weinhefe finden, kommen auch beim Menschen im zuckerhaltigen Urin (beim *diabetes mellitus*), aber immer erst nach seiner Entleerung aus der Harnblase, sowie im Inhalte der Digestionswege (im Erbrochenen und Stuhle) vor, und sind entweder mit gährenden Flüssigkeiten eingeführt worden oder erst im Innern durch (Milchsäure-) Gährung entstanden. — Es sind runde, oder grösstentheils ovale, selbst birnförmig zugespitzte Körperchen (Zellen von $^1/_{800}$—$^1/_{400}$''' Dm.), welche von Essigsäure nicht angegriffen werden und entweder einzeln vorkommen (die einfachste Form), meist aber in (ganz charakteristischen) paternosterförmigen Reihen von 2 bis 8 Körnchen zusammenhängen, oft die schönsten Arborescenzen (Pflanzen) bildend, indem auf einer Reihe mehrere andere Reihen schräg aufstehen. Jede dieser Zellen hat einen Kern (auch 2 und 3), der meist flach und rund ist, bisweilen blass rosenroth erscheint und der Zellenwand anhaftet. Ausser dem Kerne ist in jedem Kügelchen auch noch granulöse Masse enthalten. Die Gährungspilze wachsen durch Austreiben von Knospen, welche nach einiger Zeit die Grösse der ursprünglichen Zellen erlangen und bald nur an einer, bald an mehrern Stellen der ursprünglichen Zelle hervorsprossen. Diese Knospen treiben wieder neue Knospen und so entstehen die paternosterförmigen Aneinanderreihungen. Indem sich einzelne Zellen durch Abschnürung von der Mutterpflanze trennen, werden sie zu neuen Individuen, die wiederum durch Austreiben von Knospen wachsen. In seltenen Fällen vergrössert sich eine Mutterzelle und es entstehen in ihr kleine Körnchen (Sporidien), welche nach dem Platzen der Mutterzelle austreten und als Keime für neue Pflanzen dienen *(Vogel)*. — Vielleicht gibt es 2 Arten von Gährungspilzen; die eine, welche in der sogenannten Oberhefe gefunden wird, bildet nur Arborescenzen oder zusammenhängende Haufen von Zellen, während die andere, in der Unterhefe, in isolirten Zellen wächst und aus lauter einzelnen kernhaltigen Kügelchen von verschiedener Grösse besteht *(Lehmann)*.

Die Sarcine, *sarcina ventriculi (Goodsir)*, — welche bis jetzt am häufigsten in ausgebrochenen, längere Zeit im Magen vorhandenen Flüssigkeiten gefunden (und von Einigen auch als die Ursache einer eigenthümlichen, mit Brechen und Dyspepsie einhergehenden Magenkrankheit angesehen) wurde, — bildet viereckige oder leicht oblonge Platten von $^1/_{100}$—$^1/_{120}$''' Dm. und einer Dicke, die etwa $^1/_4$ vom Dm. beträgt, mit etwas abgerundeten Ecken. Jede dieser Platten ist regelmässig durch 2 in ihrer Mitte sich rechtwinklig durchkreuzende Streifen in 4 gleiche Abtheilungen (secundäre Felder) zertheilt, von denen jede nicht selten wiederum in 4 (tertiäre) Felder getheilt ist (so dass eine wollsackähnliche Form entsteht). Von diesen 16 tertiären Feldern zeigt sich bisweilen ein jedes abermals in 4 Theile geschieden, so dass nun 64 gleiche Abtheilungen entstehen; ja es kommt wohl auch zu noch mehrmaliger Viertheilung und so die Bildung von 2048 Feldern zu Stande. Jedes Feld soll eine Zelle sein und so diese Zellenbildung dem Furchungsprocesse im Eie gleichen. Die Sarcine wird von den Meisten für eine Pflanze und zwar für einen Gährungspilz gehalten; doch ist ihre Zellennatur, sowie ihre Entstehung und ihre Beziehung zum Gährungsprocesse noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen; es mögen wohl ihre Keime von aussen in den Magen gelangen.

Fadenpilze auf Schleimhäuten. Sie wurzeln nie auf der normalen Schleimhaut, sondern immer auf einem in der Zersetzung begriffenen Exsudate, welches dieselbe bedeckt, z. B. bei Aphthen, Soor, Typhusgeschwüren, Dysenterie. Es sind feine, stark verzweigte Fäden von verschiedener Dicke und von einfachen parallelen Rändern mit ziemlich scharfem Contour. Sie sind entweder wasserhell, oder schliessen einen körnigen, nebligen Inhalt ein, der bisweilen in ziemlich regelmässigen Zwischenräumen eingelagert ist. Die Pflanze scheint sich meistens durch Selbsttheilung zu vermehren; sie unterscheidet sich (nach *Vogel*) vom Favuspilze dadurch, dass sie in längere Thallusfäden auswächst, welche an einzelnen Stellen, gewöhnlich am Ende, Anschwellungen zeigen, in denen sich Körnchen (Sporen) entwickeln.

Pilze beim Wabenkopfgrind *(tinea favosa, porrigo lupinosa, favus* und *alphus).* Die Favuspilze *(Gruby)* gleichen sehr den Hefenpilzen; sie bilden in ihren einfachsten Formen rundliche oder ovale Zellen, welche durch Knospenbildung sich vergrössern; diese Knospen verlängern sich häufig zu Fäden, die entweder einfach oder verzweigt sind, durchscheinende, mit körnigem Inhalte erfüllte Röhrchen darstellen, und oft die charakteristischen Scheidewände der Pflanzenzellen zeigen. Es entwickeln sich diese Pilze in einem Exsudate des gemeinsamen Ausführungsganges der Haar- und Talgdrüsen (nicht unter der Epidermis). — Das wesentliche Kennzeichen des Wabenkopfgrindes ist die schwefelgelbe, pulverige Pilzmasse, welche unter dem Mikroskope ein Gewebe von gegliederten Thallusfäden zeigt, die späterhin in einzelne oder zeilenförmig (gern paarweise) an einander gereihte ovale Sporenkörnchen zerfallen. Es steckt dieser Grind an, auch breitet er sich bisweilen vom Kopfe auf Gesicht und Hals aus; er ist selbst auf der *glans penis* gesehen worden.

Pilze bei der Bartfinne *(mentagra, sycosis),* welche sich in einem Exsudate in der Wurzelscheide der Barthaare entwickeln, gleichen im Allgemeinen den Favuspilzen, doch sind ihre Sporen nicht oval, sondern mehr rund, und die von den Sporenzellen ausgehenden Thallusfäden haben häufig kleine Körnchen in ihrem Innern *(Vogel).* Sie wurden von *Gruby* entdeckt und Mentagrophyten genannt.

Pilze beim Kahlgrind *(tinea s. herpes tondens s. tonsurans)* bestehen aus wenig Thallusfäden und sehr vielen, ausserordentlich kleinen Sporidien, welche gewöhnlich perlschnurartig an einander gereiht sind. Sie finden sich im Innern der Haarwurzeln, parallel mit der Axe des Haares, erweichen und verdicken diese, machen dadurch das Haar grau und brüchig, und bewirken zuletzt ein Abbrechen oder Ausfallen desselben. *Gruby* nennt diese Pilze wegen der Kleinheit ihrer Sporidien „Microsporum."

Pilze beim Weichselzopf *(plica polonica, trichoma)* bestehen meist nur aus Sporidien (und sehr wenig dünnen Thallusfäden), welche ihren Sitz zwischen Wurzelscheide und Haarwurzel, sowie in der Marksubstanz des Haares und auch an der Aussenfläche des ganzen Haares haben. Sie haben den Namen „*Trichomaphyton, Mycoderma plicae*" erhalten.

γ) **Eingeweidewürmer, Helminthen.** Diese Parasiten des Thierkörpers boten der *generatio aequivoca* bis jetzt noch die letzte Stütze, da sich die Bedingungen für ihre Existenz nicht in der äussern Natur vorfinden, analoge Formen nicht unter den übrigen Thiergeschlechtern zu existiren scheinen, und da dieselben ebensowohl in den Höhlen des Körpers, wie in den Parenchymen der Organe angetroffen werden. Die Zahl der Eingeweidewürmer ist nicht gering; fast jede Thiergattung hat ihre besondern Arten, nur wenige (wie *distoma hepaticum* und *ascaris lumbricoides*) kommen bei Menschen und einigen Säugethieren zugleich vor. So wie nun aber der zusammengesetzte Bau, der Geschlechtsorganismus und die grosse Fruchtbarkeit die Hypothese von der Urzeugung in Bezug auf die Infusorien umgestossen hat, so dürfte dies auch bei den Eingeweidewürmern geschehen, da sich hier dieselben Verhältnisse vorfinden, indem auch sie sehr bestimmte Arten bilden, eine complicirte Organisation, einen Fortpflanzungsapparat und selbst Samenfaden und Eier besitzen, an Fruchtbarkeit aber alle andern Thiere weit übertreffen. Letzteres findet besonders beim Spul- und Bandwurm statt, von welchen das Weibchen des erstern wenigstens 50 Millionen Eier enthält. Beim Bandwurm finden sich aber in jedem der Tausende von Gliedern gegen 700 Hoden und 1600 Drüsen, welche der Absonderung einer die Eier überziehenden klebrigen Masse vorstehen. Zu was sollte aber dieses Alles, wenn die *generatio aequivoca* existirte? Dass bei dieser ungeheuren Fruchtbarkeit doch immer nur einzelne Entozoen im Thierkörper vorkommen, liegt wohl in der enormen Schwierigkeit, die Eier von einem Individuum auf ein anderes überzuführen, so dass diese Schwierigkeit eben durch die enorme Menge der Eier aufgewogen werden muss. Jedenfalls findet aber nicht blos eine Uebertragung von Entozoeneiern auf andere Organismen, sondern sogar eine Wanderung der Eingeweidewürmer durch verschiedene Gewebe desselben Körpers wirklich statt. So sah *Miescher* einen Wurm *(Tetrarhynchus)* bei den Fischen *(Triglen)* zuerst in die Bauch-, dann in die Brusthöhle und endlich selbst in das Herz gelangen; mit dem Hakenrüssel bohrt sich dieses Thier leicht durch die verschiedenen Eingeweide ein, ohne irgend eine Verletzung zu hinterlassen. So fand *Eschricht* den *Echinorhynchus*, welcher nur im Darme zu sitzen pflegt, im Fleische des Dorsches; der Fadenwurm *(Filaria medinensis)* bohrt sich durch die Haut ein; die Trematoden dringen ebenfalls von aussen her in die Organe (Augen). Die Wanderungen der Entozoenjungen durch die Thierkörper werden dadurch erleichtert, dass sie mit ihrem Haken sich in die

Gefässe einbohren und nun, mit dem Blute circulirend, in alle Gewebe und Organe gelangen können. Infusorielle Entozoen und deren Eier sind im Blute nicht selten gefunden worden. — Höchst merkwürdig sind die Resultate der *Steenstrup*'schen Untersuchungen. Nach diesen gibt es nämlich in der niedern Thierwelt (bei den Medusen, Kolbenpolypen, Salpen und Trematoden) einen Generationswechsel in der Art, dass das Mutterthier eine Brut zeugt, die mit ihm selber keine Aehnlichkeit hat und erst in der 3ten und 4ten Generation wieder seines Gleichen findet, so dass bestimmte Zwischengenerationen als vorbereitende, gewissermaassen als Ammen (und Grossammen) der späteren, eine höhere Stufe einnehmenden, anzusehen sind, die sich zur Form des Mutterthieres entwickelnd, die Art wieder durch Eier fortpflanzen. Das Gemeinsame dieser Wechselgeneration ist: 1) dass sie sämmtlich aus Eiern hervorgehen, selbst aber eine keimbereitende Function nicht besitzen; 2) dass sie insgesammt weiblichen Geschlechts sind; 3) dass sie alle in den, in einem gebärmutterähnlichen Organe vorhandenen Keimen, mit denen sie schon geboren werden, eine Brut ausbrüten, die sich allmälig zu dem Mutterthiere ausbildet, welches die Uebergangsarten ins Dasein rief; und 4) dass sie diese brutpflegende Thätigkeit mit ihrem eigenen Leben compensiren. Der Unterschied zwischen den vollkommenen Weibchen und den ammenden Individuen besteht darin, dass bei jenen ein eigenes keimbereitendes Organ (Ovarium) ausgebildet ist, bei diesen hingegen, deren ganzes Wirken in der Brutpflege besteht, ein sehr stark entwickelter Fruchthalter (Uterus) allein. So stellen die Cercarien eine Uebergangsform der zur Trematodenfamilie gehörenden Distomen dar; und die Hauptstützen der Urzeugungstheorie, das *Leucochloridium paradoxum* und der *Volvox globator* sind als Uebergangsthiere erkannt worden. Wahrscheinlich findet ein solcher Generationswechsel bei allen Trematoden statt; auch die Blasenwürmer *(Coenurus, Echinococcus)* geben sich als Ammengeneration zu erkennen; ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass die geschlechtlosen Tetrarhynchen sich später in Bothryocephalen verwandeln, und dass diese zusammengesetzte Trematoden sind, so dass jedes Glied mit einem Distoma verglichen werden kann. — Fasst man nun die einzelnen Momente der bisherigen Untersuchungen zusammen, so ergibt sich als Hauptresultat: es finden Wanderungen der Entozoen wirklich statt, denn man hat ebensowohl den Austritt derselben ins Freie, wie den Eintritt in fremde Thierbildungen mehrfach beobachtet; ebenso gelangen sie mittels Haut- und Gefässdurchbohrungen ins Blut und in das Innere des Körpers. Sie entwickeln sich nach demselben Bildungsgrundgesetze wie alle andern Thiergattungen, alle Entozoen werden aus Eiern entwickelt, die sich selbst in ganz geschlossenen Höhlen vorfinden können, wohin sich der Mutterwurm den Weg mit seinen Waffen bahnte; noch niemals ist die Genesis eines Eingeweidewurms aus Darmschleim beobachtet worden. Wahrscheinlich ist es, dass ein grosser Theil der Entozoen nicht in derselben Gestalt in die Thierkörper gelangt, in welcher sie darin getroffen werden. Die höher organisirten Entozoen durchlaufen mehrere Stadien ihres Lebens, die mit gswissen Metamorphosen ihres Körpers zusammentreffen, und diese letztern sind so bedeutend, dass manche jetzt als von verschiedenem Genus betrachtete Würmer nur verschiedene Entwickelungsformen eines und desselben Thieres sind. Viele geschlechtslose Entozoen sind nur als unvollendete Formen anzusehen. Die verschiedenen Entwickelungsstadien (welche an gewisse Jahreszeiten gebunden zu sein scheinen) bringen die Entozoen in verschiedenen Organen höherer Thiere, vielleicht auch zum Theil ausserhalb eines belebten Wesens zu. — Im menschlichen Körper kommen folgende Eingeweidewürmer vor:

a. **Faden-** oder **Rundwürmer** *(nematoidea)*: 1) *Filaria Medinensis s. dracunculus*, Faden- oder Guineawurm, ein langer ($^1/_2$—12 Fuss) bindfadenähnlicher, weisslicher oder bräunlicher Wurm, dessen hinteres Ende in eine gekrümmte Spitze ausläuft, während das vordere Ende abgestumpft und mit mehrern Saugnäpfen versehen ist. Man hat bis jetzt nur Weibchen beobachtet, welche eine ungeheure Menge von Jungen enthalten, die sie lebendig gebären. Es lebt dieser Wurm in den Tropenländern, im Unterhautzellgewebe, besonders der untern Extremitäten. — 2) *Trichoce-*

phalus dispar, Peitschenwurm, Haarkopf (Männchen und Weibchen), sehr dünn und fadenförmig, $1\frac{1}{2}$—2'' lang, weisslich, am Vordertheile ($\frac{2}{3}$ des Wurms) haarförmig dünn, am Hinterleibe bedeutend dicker. Das Männchen ist kleiner, mit kürzerm spitzen Vordertheile und spiralig gewundenem Hintertheile, welches an seinem Ende einen langen, von einer Scheide umgebenen Penis trägt. Er bewohnt den Dickdarm, besonders das Cöcum (oft bei Typhösen). — 3) *Strongylus gigas*, Pallisadenwurm (Männchen und Weibchen), ein sehr grosser, 5''—3' langer, runder und 2—6''' dicker Wurm von blutrother Farbe, der sich in den Nieren, selten beim Menschen, häufiger bei Thieren (Pferde, Hunde, Wölfe, Marder) aufhält und hier grosse Zerstörungen anrichten kann. Das Männchen ist kleiner, nach beiden Enden hin dünner, am Schwanzende mit einer trichterförmigen Blase, aus welcher ein sehr zarter Penis hervorragt. — 4) *Ascaris lumbricoides*, Spulwurm. (Männchen und Weibchen), ein cylindrischer, weisslicher, bräunlicher oder röthlicher, an beiden Enden (besonders am vordern) zugespitzter Wurm von 1—15'' Länge, mit 4 Längsstreifen und dichter Querstreifung. Der Kopf ist durch eine Art kreisförmiger Einschnürung vom Körper abgegränzt und hat eine Mundöffnung zwischen 3 beweglichen näpfchenartigen Klappen. Das Männchen ist kleiner und hat am mehr gekrümmten Schwanzende einen doppelten Penis hervorstehen. Im Weibchen sind die Eierstöcke, Eileiter und Eier deutlich zu sehen. Es findet sich dieser Wurm im Dünndarme (Ileum), namentlich bei Kindern. Höchst selten wandert er mittels Durchbohrung der Darmwände in andere Organe. — 5) *Oxyuris s. ascaris vermicularis*, Pfriemenschwanz, Faden-, Mastdarm-, Spring- oder Kinderwurm (Männchen und Weibchen), ein kleiner (1—$1\frac{1}{4}$''' langer), dünner, weisser Wurm, der sich im Dickdarme, besonders im Mastdarme der Kinder, aufhält, ein unerträgliches Jucken am After erregt und auch in die Scheide kriecht. Das Männchen ist sehr selten, viel kleiner und am Schwanzende spiralig eingerollt, oft ganz geringelt. — 6) *Trichina spiralis*, ein mikroskopisches, fadenförmiges, spiralig eingerolltes Würmchen von $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{3}$''' Länge und $\frac{1}{60}$—$\frac{1}{80}$''' Dm. welches nur in den willkührlichen (quergestreiften) Muskeln, und dann meist in grosser Anzahl, gefunden wurde. Es ist dieser Wurm stets in einer doppelten, meist durchsichtigen Cyste, oft zwischen Kalksalzen eingeschlossen und gewöhnlich abgestorben; Geschlechtsorgane sind an ihm nicht zu entdecken; wahrscheinlich ist er ein verpuppter, nicht zur Geschlechtsreife gediehener Nematode. — Seltene nematodenartige Parasiten sind: *Filaria oculi humani* im *liquor Morgagni* und in kataraktösen Linsen; *Filaria bronchialis*, einmal in einer degenerirten Bronchialdrüse gefunden; Filarien im Blute; *Anchylostoma duodenale* im Duodenum; *Spiroptera hominis* im Urin; *Dactylius aculeatus* im Urin.

b. **Saugwürmer**, *trematoda*, welche sich durch ihre Metamorphosen und Wanderungen besonders auszeichnen: 1) *Distoma hepaticum* und *lanceolatum*, der Leberegel (Zwitter), ein gelblichweisser, weicher, platter, oval-lanzettförmiger, an beiden Enden etwas abgestumpfter Wurm, mit einem runden Saugnapfe am Kopfe (den Mund bildend) und einem zweiten undurchbohrten am Bauche; zwischen beiden Näpfen befindet sich die Ausmündung der Geschlechtsorgane. Diese Leberegel finden sich in der Leber und den Gallenwegen, selten beim Menschen, häufig bei Grasfressern (besonders Schaafen). — 2) *Distoma oculi humani*, ist nur einmal zwischen einer kataraktösen Linse und ihrer Kapsel bei einem Kinde beobachtet worden. — Es gehören hierher noch folgende sehr seltene Trematoden: *Monostoma lentis* in der kataraktösen Linse; *Polystoma pinguicola s. Hexathyridium pinguic.* in einem Ovarium-Fettsacke; *Polystoma venarum* (wahrscheinlich ein Pseudoparasit, eine Planaria).

c. **Bandwürmer**, *cestoidea*; sie wachsen sehr in die Länge und bestehen aus aneinander gereihten Gliedern, von denen sich die ausgebildeten, geschlechtsreifen, am hintern Ende befinden und zeitweise abstossen, während sich vom Halse immer wieder neue Glieder anbilden. Die Embryonen dieser Würmer scheinen sich ausserhalb des Wohnthieres zu entwickeln, denn man trifft auf keine Eier und Brut neben den Erwachsenen. Im Menschen finden sich: 1) *Taenia solium*, *vulgaris*, *cucurbitina*, der gewöhnliche (deutsche oder langgliederige, kürbiskernförmige) Bandwurm, Kettenwurm (Zwitter), ein gelblichweisser, bis 20 Ellen langer bandförmiger Wurm, der an seinem Kopfende (wo der Kopf eine knötchenartige, halbkuglige Anschwellung mit 4 seitlichen, erhabenen schwarzen Punkten, Saugnäpfen mit doppeltem Hakenkranze bildet) sehr dünn geringelt und mehr rundlich (am platten ungegliederten Halse mit zahlreichen Kalkkörperchen besetzt) ist, nach hinten zu dagegen platt und 3—6''' breit ($\frac{1}{4}$—1''' dick) wird. Seine Glieder sind platt, 4eckig, gewöhnlich länger als breit, vorn schmäler als hinten, von der Form eines Kürbiskernes mit abgestumpfter Spitze, und am Rande (bald rechts, bald links) mit einer warzenförmigen, mit deutlicher Oeffnung (der Geschlechtsorgane) in der Mitte versehenen Hervorragung. Jedes Glied besitzt männliche und weibliche Geschlechtstheile und die letzteren eine ausserordentliche Menge von Eiern. Dieser Bandwurm bewohnt den Dünndarm, kommt aber nur in Deutschland, England, Holland, Aegypten und im Oriente vor, nicht da, wo *Taenia lata* sich findet. — 2) *Taenia lata*, *Bothryocephalus latus*, der breitgliedrige Bandwurm; er unterscheidet sich vom vorigen dadurch, dass seine Glieder mehr viereckig, im Allgemeinen mehr breit als lang sind, und dass die warzige Hervorragung mit der Oeffnung nicht am Rande, sondern in der Mitte der Bauchfläche sitzt; der Kopf hat jene 4 Saugnäpfe nicht, sondern 2 der Länge nach laufende Gruben. Er bewohnt auch den Dünndarm, kommt aber nur in Russland, Polen, im östlichen Preussen bis an die Weichsel, in der Schweiz und im mittlern und südlichen Frankreich vor.

d. **Blasenwürmer**, *cystica*. Sie haben einen Bandwurmkopf und scheinen nichts anderes als verirrte und in Folge dessen erkrankte und verkümmerte Cestoiden zu sein. Sie umhüllen sich mit einer Blase und werden sammt dieser noch von einer 2ten, von den Geweben durch Ausschwitzung gebildeten Kapsel eingeschlossen. Sie sterben meist in Folge der Entzündung der äussern Hülle ab, werden aufgelöst und

verkreiden endlich. Im Menschen finden sich: 1) *Cysticercus cellulosus*, (*Hydatis finna*, der Finnen- oder Blasenschwanzwurm, besteht aus einer runden, ovalen, mit Wasser gefüllten Blase (von 3—8''' Länge), welche an einem dehnbaren, quergerunzelten Halse und Leibe einen viereckigen, mit 4 Saugnäpfen versehenen Kopf trägt, an dessen vorderm Theile am Fusse eines konischen Rüssels ein doppelter Hakenkranz, aus etwa 32 Haken, sitzt. Dieser Wurm findet sich in den willkührlichen Muskeln (*mm. psoas, glutaeus, iliacus*), im Herzfleische, Gehirn, Zellgewebe. — 2) *Echinococcus hominis (Acephalocystis)*, der Hülsenwurm. Innerhalb einer neugebildeten, nicht zum Wurme gehörenden fibroiden Blase befindet sich eine 2te ganz lose Blase aus gallertartig durchsichtiger oder milchweisser, structurloser, blättriger Membran gebildet. Diese 2te Blase enthält eine klare seröse Flüssigkeit, welche entweder viele andere ähnliche, nur kleinere Blasen einschliesst (*vid.* später bei Zeugung durch Sprossenbildung) oder bei längerem Stehen eine weissliche feinkörnige Masse absetzt (wie feinen weissen Sand). Diese feinkörnige Masse, welche an der Innenfläche der Blasen aufsitzt, zeigt sich unter dem Mikroskope als aus vielen kleinen Würmern bestehend, welche dem verkleinerten Kopfe des Bandwurms gleichen, 4 seitliche Saugnäpfe am Kopfe und einen mit doppeltem Hakenkranze besetzten Rüssel haben. Der Kopf ist durch eine Einschnürung von dem dickern, rundlichen Leibe getrennt; vom Rüssel geht eine Längsstreifung nach hinten und dieser zur Seite ist der Leib quergestreift. Das hintere Ende ist eine quere Spalte, in welche sich ein strangförmiges Gebilde heftet, durch welches der Wurm an der Blase festsitzt. Doch finden sich diese ($\frac{1}{8}$—$\frac{1}{20}$''' langen und $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{30}$''' breiten) Thierchen auch frei im Innern der Blase und haben nicht selten den Hakenkranz abgeworfen. Nach Untergang des Echinococcus und seiner Häkchen bleiben wahrscheinlich die Blasen als Akephalocysten zurück (?). — Die Echinococcus- und Akephalocysten-Blasen findet man vorzugsweise in der Leber und im subperitonäalen Zellstoffe, seltener in der Milz, Niere, Muskelsubstanz (Herz), Lunge, Gehirn.

δ) **Samenthierchen, Spermatozoen,** — welche beim Menschen und ohne Ausnahme im Samen aller Thierklassen (doch auch bei Pflanzen), im Ganzen in ziemlich constanten Formverschiedenheiten und nur im zeugungsfähigen Alter, sowie bei einigen Thieren nur in der Brunstzeit vorkommen; welche ferner bei einigen Bastarden in ihrer Entwickelung verkümmert sind und bei allen der Zeugung unfähigen hibriden Thieren fehlen, — wurden lange Zeit als thierische Bildungen und als Beweis für die Urzeugung angeführt, allein die neuern Untersuchungen (von *Müller*, *Henle*, *Bischoff*, *Valentin*, *Wagner*, *Kölliker*) haben deutlich dargethan, dass die Spermatozoen nicht thierischer Natur, sondern zu den normalen Gewebeelementen gehörend, wesentliche, zellige Elemente des Samens sind und deshalb auch besser Samenfäden, Samenzellen genannt werden. — Diese zuerst von *Ham* entdeckten und von *Leeuwenhoek* beschriebenen Samenelemente, welche von *Baer* zu den cercarien- und distomenähnlichen Thieren, von *Ehrenberg* zu den Saugwürmern (*trematoda polygastrica*) gerechnet, von *Czermak* zwischen die Entozoen und Infusorien gestellt, und von *Burdach* als Infusionsthierchen behandelt wurden, scheinen die allein befruchtenden Potenzen des Samens zu sein; sie müssen deshalb auch in unmittelbare Berührung mit dem Eie treten, was in der Regel in den Tuben, doch auch schon im Eierstocke geschieht. — Gegen den thierischen Charakter der Samenfaden sprechen hauptsächlich: 1) der Mangel jeder Organisation, sowie 2) ihre Entwickelung aus oder in Zellen, die sich zur Zeit der Geschlechtsreife oder der Brunst durch solche Vorgänge bilden, welche von dem Entwickelungsprocesse der Thiere aus Eiern bedeutend abweichen, dagegen mit der Entstehungsart thierischer Elementartheile (Gewebe) übereinstimmen. *Kölliker* gibt folgende 5 Entwickelungstypen der bis jetzt bekannten Samenfäden an: 1) jeder Samenfaden bildet sich aus einer besondern Zelle, indem dieselbe an einer oder zwei Stellen auswächst und ganz in einen Faden übergeht. 2) Aus jeder im Hoden gebildeten Zelle entsteht ein Bündel von Samenfäden durch Auswachsen der Zelle in einen Cylinder, der sich in einen Faden auflöst. 3) Die Samenfäden bilden sich innerhalb grosser Zellen in Menge, wahrscheinlich nach Art der Muskelprimitivfasern. 4) Jeder Samenfaden bildet sich innerhalb einer besondern Zelle (so beim Menschen). 5) Die Samenfäden bilden sich bündelweis aus feinkörnigen Zellen, indem die Körner, mit einander verschmelzend, zu feinen Fasern auswachsen. Sonach wären die Samenzellen den Blutkörperchen und Ganglienkugeln analoge Bildungen. Nach *Klencke* sollen sie sich durch Sprossenbildung und Theilung vermehren (wie sich nach *Barry* und *Remak* auch die Blutkörperchen durch Theilung vervielfältigen). — Was

nun aber die **Selbstbewegungsfähigkeit** der Samenfäden betrifft, so ist diese ein sehr vielen Zellenbildungen zukommendes Lebensgrundphänomen und zeigt eine der thierischen Bewegung ganz fremde Einförmigkeit (*vid.* später beim männlichen Samen).

Die **Entstehung organischer Masse aus rein unorganischen Stoffen** hat in der neuern Zeit *Mulder* als möglich dargestellt, indem er fand, dass aus zersetztem Wasser und dem Stickstoffe der Atmosphäre stets Ammoniak gebildet werde, welches dann in einem folgenden Umwandlungsprocesse Cellulose und Protein darstellen soll. Seine Versuche lieferten nämlich folgende Resultate: 1) aus stickstofffreien Substanzen, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, können unter dem Einflusse von Wasser und atmosphärischer Luft Zellenpflanzen entstehen, welche bei der trockenen Destillation eine ammoniakhaltige Flüssigkeit geben und den Stickstoff, den sie enthalten, also aus der Atmosphäre genommen haben müssen. 2) Der als Gas vorhandene Stickstoff kann direct zu Pflanzenstoff verbunden werden, wenn es gleich wahrscheinlich ist, dass zuerst Ammoniak gebildet werde. 3) Die atmosphärische Luft, welche in der Ackererde vorhanden ist, kann ohne besondere Zwischenverbindung mittels irgend eines andern Körpers ihren Stickstoff mit Kohlen-, Wasser- und Stickstoff haltenden Körpern zu Pflanzenzellen verbinden. — Bestätigten sich diese Versuche, so müsste man dann die Möglichkeit einer aus den Elementen hervorgehenden Urzeugung organischer Masse zugeben. Ebenso würden für diese Urzeugung die Versuche von *Andral* und *Gavarret* sprechen, — welche fanden, dass, nachdem verdünntes Blutserum durch Schwefelsäure neutralisirt, sogleich ein graulicher Niederschlag erfolgte, in welchem unter Einwirkung der atmosphärischen Luft Kügelchen, Bläschen und Cylinder vegetabilischer Natur entstanden, — wenn man nicht denken müsste, dass hier durch die Luft pflanzliche Keime zugeführt und in dem günstigen Boden sich schnell entwickelt hätten.

Bis jetzt spricht so ziemlich Alles **gegen die Urzeugung, ebensowohl der thierischen, wie pflanzlichen Organismen, und für die Bildung organischer Körper durch gleich organisirte ältere Wesen** (Aeltern), während unorganische Körper entstehen, sobald die chemische Verwandtschaft der sie zusammensetzenden Elemente frei wirken kann.

b. **Zeugung durch Aeltern.** Alle organischen Körper besitzen das **Vermögen sich fortzupflanzen**, d. h. die Entstehung neuer Individuen derselben Gattung und Art zu vermitteln. Nur ist die Erzeugung neuer Individuen bald ein einfacherer, bald ein verwickelter Vorgang; im ersten Falle geschieht die Fortpflanzung (**ungeschlechtliche Zeugung**) durch Theilung oder Sprossenbildung, im letztern durch Keime (**geschlechtliche Zeugung**).

α) **Zeugung durch Theilung**; Vermehrung durch Theilung eines entwickelten Organismus, wobei die Masse für die neuen Individuen mit allen ihren Eigenschaften am mütterlichen Körper schon vorhanden ist und nur durch Abschnürung zu neuen Organismen wird. Sie kommt nur bei den einfachsten Organismen, vorzugsweise bei Thieren, zumal wenn diese aus einer

Reihe von ähnlich gebildeten Theilen bestehen (besonders bei polygastrischen Infusorien), doch auch bei einigen kryptogamischen Pflanzen vor, und ist entweder eine spontane oder eine künstliche, geschieht entweder der Quere oder der Länge nach, oder in kreuzender Richtung. Die spontane, natürliche oder Selbsttheilung, welche mehrentheils eine Längs- oder Quertheilung, oder beides zugleich ist, wird nur vorzugsweise bei niedern Thieren (Infusorien: Monaden, Volvocinen, Bacillarien, Vorticellen u. s. w.) beobachtet und geschieht so, dass eine seichte Einschnürung auftritt, die immer tiefer wird, bis nur eine sehr dünne Brücke organischer Substanz Mutterstamm und Kind noch zusammenhält, die entweder bei einer Bewegung sich leicht trennt, oder zurückbleibt. Im letztern Falle ist die Theilung eine unvollständige, und es nimmt das Thier dadurch oft eine baumartige oder trauben- und beerenähnliche Form an, es entstehen polypenartige Stöcke aus fadenartig aufgereihten und quergetheilten Individuen. Die meisten thierischen und pflanzlichen Organismen, welche sich durch Theilung vermehren können, pflanzen sich auch durch Keime (Eier) fort.

β) **Zeugung durch Sprossenbildung.** Die Fortpflanzung durch Knospenbildung kommt meist mehr den Pflanzen als den Thieren zu, unter den letztern aber vorzugsweise den Polypen, seltener den Infusorien. Die Bildung der Knospen beruht ihrem Wesen nach darin, dass sich Elementartheile eines Organismus zu neuen Organismen umbilden. Hier sitzen also dem mütterlichen Organismus nicht, wie bei der Zeugung durch Theilung, die neuen Organismen schon fertig an, sondern dieser enthält nur Theile, aus welchen sich neue Individuen nach und nach ohne Beeinträchtigung des Stammorganismus entwickeln können. Bei der Knospenbildung ist das neue Individuum nicht schon vollständig organisirt, wie bei der Theilung, sondern hat nur die Kraft zur Erzielung der vollständigen Organisation in sich. Uebrigens kann hierbei das ausgebildete neue Individuum mit dem Mutterstamme organisch verbunden bleiben oder sich davon trennen; es können sich ferner die Knospen entweder getrennt vom Mutterstamm oder verbunden bleibend mit dem mütterlichen Körper zu neuen Individuen ausbilden. Bei kryptogamischen Pflanzen trennen sich die Knospen (hier Sporen genannt) nicht selten im unentwickelten Zustande vom Stammkörper und bilden sich dann erst zu neuen Individuen aus, während bei Thieren eine Trennung unausgebildeter Knospen (thierischer Keimkörner oder Sporen) wohl nicht vorkommt, dagegen aber eine spontane Trennung aus Knospen entwickelter neuer Individuen. Die meisten thierischen und pflanzlichen Organismen, welche sich durch Sprossenbildung vermehren, pflanzen sich auch durch Keime (Eier) fort. Die Thiere, welche blos durch Knospen zeugen, sind die Blasenwürmer: der Cönurus und Echinococcus.

Die Knospen der niedern, gefässlosen Pflanzen sind theils Haufen von Zellen (bei den Laub- und Lebermoosen), theils selbst einfache Zellen (bei den Converfen, Faden- und Gährungspilzen), welche sich aus dem Muttertheile entweder durch Abschnürung von Theilen des Schlauches bilden (Knospenbildung durch Selbsttheilung, wie bei den Fadenpilzen), oder durch Hervortreiben von kleinen Ausbuchtungen der Zellen, die sich später wieder zu selbstständigen Zellen abschnüren (wie bei den gegliederten Converfen und dem Gährungspilze). — Die Knospen bei vollkommenen, aus Gefässen und Zellen bestehenden, Pflanzen sind entweder unmittelbare Fortsetzungen der Achse und kommen meist in den Achseln der Blätter, oft auch am Ende des Stengels zum Vorschein (Axillar- und Terminalknospen); oder sie brechen zur Rinde des Stammes heraus und hängen mit den Markstrahlen zusammen (Adventivknospen); oder sie entwickeln sich an den Blättern; oder sie stellen Knollen und Zwiebeln dar. — Die thierischen Knospen, welche nie als Knospen abfallen, sondern sich am Stamme selbst entwickeln, sind zuerst Gruppen von Zellen (uie einfache Zellen), welche sich nicht blos durch Bildung ähnlicher Zellen mehren, sondern sich auch in die bestimmten Gewebe ordnen und umwandeln. Bei den meisten Thieren, welche sich durch Knospenbildung vermehren, erscheinen die Knospen als Hervorragungen des Körpers und bilden sich schon am Mutterthiere zu neuen Individuen aus, welche dann vom Mutterstamme abfallen (wie die Hydren, Sertularien) oder auch an demselben ansitzen bleiben (wie die Corallenthiere) und so fort und fort die Zahl der zu zusammenhängenden Generationen verbundenen Individuen anhäufen. Bei manchen Thieren (Ostidien, Xeninen, Sertularinen, Alcyonellen) gibt es auch besondere Ausläufer (Stolonen), an denen sich die Knospen bilden. Es scheint bei den Thieren auch eine innere Knospenbildung möglich zu sein, denn bei den Echinococcen (s. S. 12) sind in einer grössern Blase oft kleinere eingeschachtelt. Es verwandeln sich nämlich die frei

gewordenen Echinococcen in Blasen, auf deren innerer und äusserer Oberfläche neue Echinococcen sich entwickeln, die anfangs durch einen dünnen Strang mit der Mutterblase zusammenhängen, dann aber frei werden. Die abgelebten Generationen der Echinoccocen stellen nur Blasen dar, in welchen wieder andere Blasen (Akephalocysten) enthalten sind, gewöhnlich zugleich mit Resten des Thieres (Häkchen).

γ) **Zeugung durch Keime, geschlechtliche Fortpflanzung.** Diese mehr complicirte Entstehungsweise von Organismen ist die verbreitetste, tritt auch bei vielen thierischen (Polypen) und pflanzlichen Organismen auf, die sich durch Theilung und Sprossenbildung vermehren können, und kommt dadurch zu Stande, dass durch die wechselseitige Einwirkung zweier Zeugungsmittel, eines männlichen (Samens) und eines weiblichen (Eies), ein Keim (befruchtetes Ei) hervorgerufen wird, welcher sich zum neuen Individuum entwickelt. Samen und Ei werden immer in besonderen Organen (Geschlechtsorganen) gebildet, doch können beide Organe zugleich in einem Individuum (Hermaphroditen, Zwitter, Monöcisten) sich vorfinden (vorzugsweise bei den Pflanzen) oder auf zwei Individuen (Mann und Weib; Diöcisten) vertheilt sein (besonders bei den Thieren). Im erstern Falle kann sonach die geschlechtliche Zeugung, so gut wie die Knospenbildung und Theilung, von einem einzigen Individuum geschehen. Die hermaphroditischen Thiere befruchten sich entweder gegenseitig oder sie befruchten sich selbst; das erstere kann zu gleicher Zeit oder nach einander geschehen, beim letztern findet entweder nur Zutritt des Samens zu den Eiern im Innern des Thieres statt (bei den Räderthieren und Distomen) oder es kommt eine sichtbare Selbstbegattung zu Stande (bei Bandwürmern). Dagegen kann die Befruchtung des Eies durch den Samen bei getrennten Geschlechtern entweder innerhalb des weiblichen Organismus durch Vermischung der Geschlechter zu Stande kommen, oder auch indem ausserhalb des Organismus der Samen mit den isolirten Eiern in Verbindung gebracht wird. Beide Zeugungsmittel bilden nie integrirende Theile des Organismus oder Organs, von dem sie herstammen; sie sind Producte bestimmter Organe, nicht Elementartheile derselben (wie die Sprossen), und werden von ihrer Bildungsstätte entfernt, um in gegenseitige Berührung zu treten und zur Bildung neuer Individuen Veranlassung zu geben. Es muss übrigens der Same stets in materielle Berührung mit dem Eie gelangen, um das letztere entwickelungsfähig zu machen (d. h. zum Keime umzubilden). Es unterscheiden sich also Ei und Knospe von einander theils dadurch, dass ersteres der Einwirkung des Samens zu seiner Entwickelung bedarf, theils dass sich das Ei nicht auf dem Mutterstamme weiter entwickeln kann und von der Mutter durch Häute isolirt wird. Aehnlich sind sich aber beide insofern, als in ihnen noch die vollkommene Organisation des neuen Individuums fehlt und sich die Organisation nur auf die Gegenwart von Zellen beschränkt, welche die Kraft zur Erzielung der ganzen specifischen Organisation enthalten. Welche Veränderungen aber durch die Einwirkung des Samens auf das Ei im letzteren zu Stande kommen, wissen wir nicht; es scheint, dass der Same in dem Ei nicht etwa den Impuls zur Entwickelung gibt, sondern dass er das Ei zur Entwickelung befähigt (denn Eier, welche befruchtet sind, können oft sehr lange im unentwickelten Zustande verharren). Die geschlechtliche Zeugung pflanzt weit weniger sicher als die Zeugung durch Theilung und Knospen die Eigenschaften des Individuums fort, nur die Gattung und Species wird durch die geschlechtliche Zeugung sicher fortgepflanzt. Daher auch die Fortpflanzung durch Setzlinge und Pfropfreiser stets vorzuziehen ist, wo man alle Eigenschaften des Mutterstammes in dem neuen Individuum wieder erhalten will.

Vertheilung der Geschlechter. Bei den Pflanzen sind die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane bald in denselben Blüthen vereinigt, bald in verschiedenen Blüthen auf demselben Stamme (Monöcisten); bald finden sich die verschiedenen Geschlechter auf verschiedenen Stämmen (Diöcisten); das erstere ist der häufigere, das letztere der seltenere Fall. — Bei den Thieren zeigen Insecten, Spinnen, Crustaceen und alle Wirbelthiere keine Spur von natürlichem Hermaphroditismus, während bei den übrigen Thieren nicht selten bald hermaphroditische Ordnungen, bald Ordnungen mit getrennten Geschlechtern, ja in einer und derselben Ordnung Familien der einen und andern Art neben einander vorkommen. Die Infusorien, Räderthiere, Echinodermen, Ringelwürmer sind wohl durchgängig hermaphroditisch; ebenso zum grössten Theile die

Polypen; von den Acalephen scheinen die Medusen in Geschlechter getrennt zu sein; unter den Eingeweidewürmern gibt es Geschlechtslose (Cönurus und Echinococcus pflanzen sich nur durch Knospenbildung fort), Hermaphroditen (die *Trematoda* und die *Tänioidea cestoidea*, welche sich theils durch Selbstbegattung, theils durch gegenseitige Begattung befruchten) und getrennte Geschlechter (die *Nematoidea*). Die Individuen bei getrennten Geschlechtern sind entweder Männchen oder Weibchen oder Geschlechtslose (unfruchtbare oder in der Entwickelung gehemmte Weibchen, wie die Arbeitsbienen, flügellosen Ameisen).

Zeugungsmittel. Das männliche Zeugungsmittel, der Samen, welcher sich meist erst zur Zeit der Geschlechtsreife bildet, besteht bei allen Thieren aus einer geringen Menge Flüssigkeit (Samenflüssigkeit) und einer sehr grossen Anzahl mikroskopischer Körperchen (Samenfäden, Samenzellen, Samenthierchen) von sehr verschiedener Grösse ($^1/_{60}$—$^1/_{6}$'''). Von den letztern (s. S. 12) lassen sich im Allgemeinen einige Hauptformen unterscheiden: mit elliptischem Körper und einem langen Schwanzfaden (bei dem Menschen und den meisten Säugethieren); mit birnförmigem Körper und Schwanzfaden (bei vielen Säugethieren); mit walzenförmigem Körper und einem Schwanzfaden (bei mehrern Vögeln, Amphibien und Fischen); mit schraubenförmig gedrehtem Körper und Schwanzfaden (bei den Singvögeln, Haifischen und Paludinen); mit haarförmigem Körper (bei vielen Mollusken, Insecten und Würmern). Die Samenthierchen in den männlichen Fortpflanzungsorganen der Pflanzen (Pollenfäden) sind viel seltenere Erscheinungen, als bei den Thieren; bei den Kryptogamen sind sie am deutlichsten. — Das weibliche Zeugungsmittel, das Ei, zeigt vor seiner Befruchtung bei allen Thieren denselben Bau. Es stellt nämlich ein von einer Kapsel (Eikapsel, *Graaf*'scher Follikel) umgebenes Bläschen dar, dessen bald mehr bald weniger der Kapsel anliegende Hülle Dotterhaut *(membrana vitellina)* genannt wird und dessen Höhle mit einer grössern oder geringern Quantität einer körnerhaltigen Flüssigkeit (Dotter, Dotterkugel) angefüllt ist. Im Dotter, dessen Körnchen Zellen mit feinkörnigem Inhalt und Oeltröpfchen sind, befindet sich bald in dessen Mitte, bald mehr in der Nähe der Dotterhaut ein helles, rundes, durchsichtiges Bläschen (das *Purkinje*'sche oder Keimbläschen), in dessen flüssigem Inhalte man einen oder mehrere dunklere Flecken (Keimfleck *Wagner's, macula s. nucleus germinativus*) bemerkt. An reiferen Eiern der Wirbelthiere liegt das Keimbläschen oberflächlich unter der Dotterhaut in einer scheibenförmigen Körnerschicht (Keimscheibe, *discus proligerus Baer*), bald verschwindet dann das Keimbläschen; es scheint sich aufzulösen und seine Substanz mit der körnigen Masse des Discus zu verschmelzen. Die Eier erzeugen sich bei vielen wirbellosen Thieren in blinddarmartigen Röhren, ohne allseitig von organisirten Theilen isolirt zu sein. Bei allen Wirbelthieren dagegen und bei vielen Wirbellosen bilden sie sich innerhalb der von Blutgefässen umgebenen und durch eine bald zartere, bald derbe faserige Grundlage (Stroma) mit einander verbundenen Zellen des Eierstocks. Wenn die Eier in isolirten Aushöhlungen des Eierstocks liegen, so nennt man die aus der Verdichtung des Stroma bestehende Zelle des Eierstocks Kapsel *(theca)*. Mit dieser Theca ist die Eikapsel entweder innig verwachsen (den Kelch, *calyx*, bildend, welcher eine dünnere, sich öffnende und das Ei in den Eileiter herauslassende Stelle hat), oder die Eikapsel ist vom Stroma isolirt und geht dann mit dem Eie ab. Die Eikapsel der Eierleger und der *Graaf*'sche Follikel der Säugethiere sollen identisch sein. — Die Eier der Wirbelthiere, wie sie vom Eierstocke abgehen, bestehen nur aus dem Dotter und der Dotterhaut nebst den darin enthaltenen Theilen. Besitzen sie noch Eiweiss und Schale, so kommen diese erst nach dem Abgange vom Eierstocke im Eileiter hinzu. Das Ablösen der reifen Eier vom Eierstocke erfolgt auch ohne Befruchtung, selbst beim Menschen und den Säugethieren (zur Zeit der Menstruation und Brunst). S. später bei „Zeugung."

B. Das **Bestehen** unorganischer und organischer Körper. Was das Bestehen unorganischer Körper betrifft, so beharren sie ohne alle äussere Beihülfe als unthätige Massen Jahrtausende hindurch, so lange sie nämlich nicht von aussen her eine Veränderung erleiden, in demselben Zustande, in welchem sie sich in dem Momente ihrer zufälligen oder (durch Menschenhände) absichtlichen Entstehung befanden. Vergrössern sie sich, so geschieht dies nur durch Ansatz einer, weiterer Umbildung nicht mehr bedürftigen Materie von aussen her (durch Apposition, ***aggregatio, juxtapositio***), allein der Körper selbst bleibt dabei völlig unthätig. Eine Abnahme an Masse kann ebenfalls nur durch Auflösung mittels chemischer Agentien, oder durch mechanische Zerkleinerung und äusserliche Abnutzung statt finden; verloren gegangene Theile aus eigener Thätigkeit wieder zu erzeugen (durch ***reproductio***), vermögen sie nicht.

Der Krystall, eine nach unbestimmten Gesetzen erfolgte Anhäufung und Gruppirung gleichartiger Molecülen, soll sich (nach *Jordan*) nach seiner Verstümmelung ebenso regeneriren, wie organische Körper, sobald er nämlich Bedingungen unterworfen wird, welche denen entsprechen, unter welchen

der Wiederersatz organischer Körper statt findet (Lebensreize), also den Bedingungen, unter denen sein Entstehen und Wachsthum vor sich ging (d. i. Salzlösung von demselben Grade der Sättigung und Ruhe). Allein diese Regenerationsfähigkeit des Krystalls besteht nur darin, dass an den rauhen Stellen, welche durch Verstümmelung von Kanten und Ecken entstanden sind, aus der Mutterlauge leichter ein Absatz erfolgt, als an den andern ebenen und glatten Stellen. Wollte man übrigens den Krystall durchaus mit dem Organismus vergleichen, so dürfte dies allenfalls nur so lange geschehen, als der Krystall in seiner Ausbildung begriffen ist (während der Krystallisation), wo er allerdings bildende Thätigkeit entwickelt, während der vollendete Krystall todt ist. Allein man bedenke, dass der organische Körper während seines ganzen Bestehens vom Entstehen des ersten Keimes des Embryo bis zum Tode ein stets werdender, sich immerfort erneuernder ist, und dass Stillstand der Stoffmetamorphose Tod ist.

Das Bestehen organischer Körper ist nun aber an ganz andere Bedingungen geknüpft, als das unorganischer Körper. Erstere bedürfen nämlich, abgesehen von der gehörigen organischen Mischung und Form (d. s. die innern Lebensbedingungen), auch noch unausgesetzt vom Augenblicke ihres Beginnens an bis zu dem ihres *Aufhörens*, der Beihülfe der äussern Natur; denn alle ihre Theile befinden sich in ununterbrochener innerer Veränderung, in stetem Wechsel, in immerwährendem Wiederneuerzeugtwerden, wenn auch die äussere Gestalt ganz dieselbe bleibt. Immerfort nehmen sie neuen Stoff aus der sie umgebenden Aussenwelt in sich auf, machen ihn eine Zeit lang zu dem ihrigen *(intussusceptio)*, indem sie denselben durch besondere Verarbeitung allmälig in ihre eigene Substanz umwandeln *(assimilatio)*, und geben dagegen früher aufgenommene Bestandtheile, welche schon eine Zeit lang die ihrigen gewesen und unbrauchbar geworden waren, wieder an die Aussenwelt ab *(excretio)*. Vermöge dieses beständigen Wechsels der organischen Materie, der fortwährenden Assimilation äusserer Stoffe, sind sie auch im Stande einen Substanzverlust zu ersetzen, sich theilweise wieder zu erzeugen *(reproductio)*. Diejenigen sie umgebenden Dinge, an deren Einfluss das Leben schlechterdings gebunden ist, und durch welche alle belebten Wesen beständig belebt werden müssen, um das Leben erhalten und fortsetzen zu können, sind: Luft, Wasser, Wärme, Licht und Nahrungsstoff; sie heissen auch äussere Lebensbedingungen. — Während ihres Bestehens, welches aber nur eine bestimmte begränzte Zeit dauert und durch verschiedene Zufälle abgekürzt werden kann, geben organische Körper vermöge ihres innern, in ihnen selbst begründeten Principes aus einem unvollkommenen Zustande (durch Bildungsstufen) in einen vollkommneren über, sie entwickeln sich, sie wachsen, und zwar von innen aus, bis zu einem (nach den genetischen und individuellen Verhältnissen) festgesetzten Punkte, von welchem sie dann wieder zurückschreiten. Alles dies geschieht aber nach einem bestimmten Typus und Rhythmus (alles Leben ist rhythmisch). — Organische Körper müssen also, um zu bestehen, einer beständigen Einwirkung der Aussenwelt auf sich ausgesetzt sein, so wie ihre eigenen Bestandtheile ebenfalls in jedem Augenblicke gegenseitig auf einander einwirken müssen. Die äussern Potenzen nun, welche eine

organische lebende Veränderung im Innern eines Organismus hervorbringen, nennt man **Reize** *(irritamenta, incitamenta, stimuli)*, die Fähigkeit eines Organismus aber von äussern Einflüssen afficirt zu werden und Gegenwirkung *(reactio)* hervorzubringen (zu reagiren), **Reizbarkeit**, **Reizempfänglichkeit**, **Irritabilität** (s. später).

Während ihres Bestehens (Lebens) durchlaufen organische Körper einen Cyclus bestimmter Veränderungen (Bildungsperioden, Lebensphasen). Sie erreichen nämlich nach ihrem Entstehen einen bestimmten Grad der Ausbildung; ist dieses Maass der Vollendung erreicht, dann bleiben sie längere oder kürzere Zeit mit allen ihren Attributen bestehen; es sinken aber sodann langsamer oder schneller, und zwar in Folge der Abnutzung und unvollkommneren Erneuerung der Organe, die Kräfte, welche die Thätigkeit der Organisation bisher unterhielten, und es kündiget sich der Tod an. Es durchlaufen die organischen Körper also progressive und regressive Metamorphosen, und diese hat man in bestimmte Perioden zusammengefasst, welche sich bei allen Individuen wieder finden lassen. So endet mit dem Durchbrechen der Eihüllen die Fötalperiode und es tritt die Periode des Wachsthums (der Kindheit) ein; auf diese folgt mit dem Erscheinen der Fortpflanzungsfähigkeit der Zeitraum der Blüthe, und mit dem erlöschenden Fortpflanzungsvermögen deutet sich der beginnende Verfall der Organisation an.

1) Fötalperiode. Sie beginnt mit den ersten Veränderungen, die im Keime (befruchteten Eie) auftreten und endet mit dem Durchbrechen des neugebildeten Individuums durch die Eihüllen. Da im Eie die specielle Organisation in den kleinsten Verhältnissen, aber unbelebt und ohne Thätigkeit, nicht vorhanden ist, wie man früher glaubte, sondern da sich im Eie nur die Keimanlage vorfindet, so ist diese Periode eine schaffende zu nennen; es entwickeln sich die Organisationen aus den Keimen. Diese Entwickelung, welche nach sehr bestimmten Gesetzen erfolgt und bei welcher, indem die einfache Organisation des Keimes nach und nach immer zusammengesetzter wird, die einzelnen Organe successiv und in einer unabänderlichen Ordnung nach einander auftreten, dauert bei den einfachen Organismen nur sehr kurze Zeit (z. B. bei den kryptogamischen Pflanzen, besonders den Pilzen), dagegen bei zusammengesetzteren Körpern (bei Säugethieren) länger. Es ist übrigens die Entwickelung bei manchen Organismen, wenn sie die Eihüllen verlassen, weiter vorgeschritten, als bei andern, welche weniger vollständig entwickelt geboren werden.

2) Periode des Wachsthums, der Kindheit. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass in Folge der Vergrösserung vorhandener Gebilde, sowie durch gleichzeitige bestimmte Metamorphosen die dem Individuum eigenthümlichen Eigenschaften und Thätigkeitsäusserungen zum Vorscheine kommen. Wohl nur bei den einfachsten Kryptogamisten besteht das Wachsthum in einer reinen Volumsvermehrung. Uebrigens zeigen weit grössere Umwandlungen in dieser Zeit (von ihrem Entstehen bis zum vollendeten Wachsthum) als die Pflanzen (besonders phanerogamische) die Thiere (besonders die wirbellosen), bei denen sich das erwachsene und wachsende Individuum bisweilen so von einander unterscheiden, dass man dieselben für generisch verschiedene Körper halten kann (z. B. bei den Medusen, Schmarotzerkrebsen, Insecten u. s. w.). Vorzüglich treten mit dem Verlassen der Eihüllen die Unterschiede zwischen pflanzlichen und thierischen Organismen deutlich hervor. Die Dauer dieser Periode ist zu verschieden, als dass sich allgemeine Gesetze dafür aufstellen liessen; auch steht diese Periode nicht immer mit den übrigen Lebensphasen in einem bestimmten Verhältnisse.

3) Periode der Blüthe (des Mannesalters, des Stillstandes). Sie hebt mit dem Erscheinen der Fortpflanzungsfähigkeit an und reicht bis zu deren Verschwinden. In dieser Periode treten keine Neubildungen mehr auf, dagegen erlangen die bereits vorhandenen Gebilde durch ihre Thätigkeits-

äusserungen und die Stoffmetamorphose ihren eigenthümlichen, der Gattung, dem Geschlecht und der Individualität zukommenden Charakter. Erst in dieser Periode lässt sich mit völliger Sicherheit die Gattung und Art bestimmen, zu welcher ein Organismus gehört, da früher Geschöpfe verschiedener Art sich oft ausserordentlich ähnlich sind. Die Dauer der Blütheperiode ist sehr verschieden und richtet sich nach dem generellen und individuellen Zwecke des Individuums.

4) Periode des Welkens (des Greisenalters). Sie tritt mit dem abnehmenden oder erlöschenden Zeugungsvermögen ein und charakterisirt sich durch Welken, Eintrocknen, Abmagern, Zusammenschrumpfen und Verhärten der Gewebe, sowie durch Schwäche der von diesen Geweben abhängigen Thätigkeitsäusserungen. Bei den höhern Organismen tritt diese Periode bisweilen sehr zeitig ein und dauert oft ziemlich lange; dagegen durchlaufen niedere Thiere und Pflanzen dieselbe oft sehr rasch.

Alle organischen Körper, denen zum gehörigen Bestehen, wie schon gesagt, die normale organische Mischung und Form (d. s. die innern Lebensbedingungen) zukommen muss, stehen immerfort mit ihren Umgebungen im Wechselverkehr; sie sind alle von der Aussenwelt abhängig. Die äussern Einflüsse sind aber doppelter Art; die einen *sind nämlich* für die Existenz der Organismen wesentlich (d. s. die äussern Lebensbedingungen), die andern dagegen, welche das Leben nur mittelbar unterhalten, bestimmen die Thätigkeit organischer Körper (d. s. Lebensreize).

Als äussere Lebensbedingungen, welche zum Bestehen aller Organismen unentbehrlich sind, insofern sie dieselben in ihren Eigenschaften und Fähigkeiten erhalten, geben sich folgende zu erkennen: eine gewisse äussere Temperatur (Wärme), Luft, Wasser und Nahrung.

a. Wärme. Weder bei den höchsten Kälte- noch Hitzegraden (wo das Quecksilber erstarrt und das Wasser kocht) kann ein Organismus bestehen. Doch finden sich noch einige Organisationen in den arktischen Regionen, wie das Rennthiermoos und auf dem ewigen Schnee der Alpen der *Protococcus nivalis* (s. S. 6); auch wachsen einige kryptogamische Pflanzen auf dem Boden heisser Quellen und einige Infusorien leben in dem Wasser derselben. Am besten geht bei der mittlern Temperatur, bei der zwischen den Wendekreisen, die Entwickelung organischer Körper vor sich. Denn in dem Maasse, als man sich vom Pole den Tropen nähert, erscheint der Boden besser bewachsen und besser bevölkert, sowie man beim Besteigen der Alpen die Vegetation und Thierwelt um so mehr zurücktreten sieht, je höher man kommt. Die warmen Klimate sind daher nicht nur reich an Arten und an Individuen, sondern es finden sich auch die grossartigsten Producte der organischen Natur hier. Die meisten Thiere und Pflanzen sind an gewisse Gegenden, an bestimmte Klimate, gebunden; nur der Mensch, welcher sich ebenso gegen Kälte als Wärme zu schützen weiss, kann fast in allen Zonen leben, doch ist für ihn unstreitig ein gemässigtes Klima, besonders für seine geistige Entwickelung, das günstigste. — Die Wärme scheint auch in die Zusammensetzung der organischen Wesen einzugehen, denn die organischen Processe erfordern bei jedem Thiere und bei jeder Pflanze eine bestimmte Temperatur.

b. Atmosphärische Luft ist für alle Organismen ein unentbehrliches Bedürfniss, und zwar um so mehr, je höher organisirt sie sind. Keine Pflanze kommt zum Keimen im luftleeren Raume; keine Infusorien bilden sich, wenn die atmosphärische Luft nicht zur Infusion treten kann. Auch Thiere, welche im Wasser leben, sterben in einem Wasser, dessen atmosphärische Luft durch

Kochen ausgetrieben ist. Von den Wirbelthieren können die Vögel, welche durch und durch Luftthiere sind, kaum ½ Minute der atmosphärischen Luft entbehren (mit Ausnahme der Wasservögel, welche bisweilen 5—9 Minuten unter dem Wasser bleiben). Amphibien sind dagegen sehr lange ohne Luft zu leben im Stande. — Es ist nun aber die atmosphärische Luft nicht blos als Athmungsmittel für alle organische Wesen eine nothwendige Lebensbedingung, sondern sie ist auch wegen des Druckes, den sie auf die Oberfläche der Organismen ausübt, unentbehrlich. Ohne diesen Druck würde nämlich alle Flüssigkeit rasch verdampfen und somit das Dasein der organischen Körper aufgehoben sein. Es unterstützt der Luftdruck ferner noch das Athmen und den Blutlauf; auch übt er auf die Gelenke und das Hören nicht unbedeutenden Einfluss aus.

c. Wasser. Kein Thier, keine Pflanze kann ohne Wasser bestehen; aber es gibt Organismen, die sehr wenig Wasser zu ihrem Bestehen nöthig haben und dasselbe nicht in tropfbarflüssiger oder reiner Form aufnehmen, sondern in Dunstform aus der Atmosphäre oder durch feste Nahrungsmittel. Uebrigens ist der Wasserbedarf natürlich bei den verschiedenen Individuen sehr verschieden. Die Pflanzen bedürfen im Allgemeinen der grössten Menge Wassers; unter den Thieren brauchen die Akalephen, Medusen, Mollusken, Fische und nackten Amphibien viel Wasser zu ihrer Existenz. Wasserarme Gegenden (sandige Steppen) erzeugen wenig Pflanzen und Thiere. Nur wo Wasser ist, da ist auch Leben. Im Innern organischer Körper wird nur bei der gehörigen Wassermenge die Ernährung und Stoffmetamorphose, die Ab- und Aussonderung erhalten, also das Bestehen des Organismus möglich. Nur in Wasser aufgelöst können nämlich die nährenden Stoffe in die Säftemasse gelangen; nur in flüssiger Form kann das Ernährungsmaterial (Plasma, Blastem, Cytoblastem) in die Gewebe eindringen; und nur in aufgelöster Gestalt können die nicht mehr brauchbaren Stoffe aus dem Körper ausgeführt werden.

d. Nahrung. Da bei allen Lebensäusserungen fortwährend eine Consumtion des festen organischen Stoffes stattfindet, so muss auch, wenn das Leben fortbestehen soll, der consumirte Stoff durch neuen wieder ersetzt werden. In den Geweben des Körpers erfolgt dieser Ersatz ununterbrochen aus der Ernährungsflüssigkeit (Plasma, Blastem, Cytoblastem), welche die Gewebe durchtränkt. Damit nun aber diese Ernährungsflüssigkeit auch stets das nöthige Ernährungsmaterial enthalte, müssen derselben von aussen her von Zeit zu Zeit Stoffe zugeführt werden, welche dem Ernährungsmaterial ähnlich sind oder demselben innerhalb des Körpers ähnlich gemacht werden können. Solche Stoffe heissen Nahrungsmittel und können in fester Form, in Wasser oder in Luft aufgelöst in den Körper eingeführt werden. Für die verschiedenen Organismen sind die Nahrungsmittel sehr verschieden; so ernähren sich die Pflanzen durch unorganische, die Thiere nur durch organische (vegetabilische und animalische) Substanzen, und was die einen Geschöpfe als Nahrung verschmähen, dient andern zum Leckerbissen. Die Länge der Zeit, in welcher Organismen die Nahrung entbehren können, ist ebenfalls sehr verschieden und richtet sich im Allgemeinen nach der schnellern oder langsamern Stoffmetamorphose in dem Individuum. Die Pflanzen nehmen ihre Nahrung fast ununterbrochen auf, nur zu gewissen Zeiten mehr und schneller; die meisten Thiere dagegen nehmen in grössern oder kleinern Zwischenräumen Nahrung zu sich.

Von den genannten Lebensbedingungen ist nun das Bestehen der verschiedenen Organismen in sehr verschiedenem Grade abhängig, und man schreibt in dieser Hinsicht denselben eine verschiedene Lebenstenacität zu. Während die einen sehr lange ohne Luft oder Wasser existiren können, entbehren andere dagegen leicht der Wärme oder Nahrung u. s. f., denn jede Lebensform sowie auch jede Lebensperiode hat ihre eigenen Bedürfnisse. Indessen nur eine sehr kurze

Zeit wird das Fehlen aller Lebensbedingungen ertragen und grosse Unterschiede kommen hierbei nicht vor. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass Entziehung derjenigen Lebensbedingung, welche ein Organismus am meisten zu seinem Bestehen gebraucht, am kürzesten ertragen wird; dass die Organismen während ihrer Entwickelung und ihres Wachsthums, wo überhaupt die Lebenstenacität geringer ist, mehr Wärme und Nahrung bedürfen, als wenn sie erwachsen sind.

Zum gehörigen Bestehen bedürfen die Organismen nun aber ausser den genannten Lebensbedingungen auch noch solcher Einwirkungen von der Aussenwelt, welche die Thätigkeiten in ihnen entfalten und unterhalten können. Diese Potenzen nennt man Lebensreize; sie tragen, da sie den Körper nicht, wie die Lebensbedingungen, direct in seiner materiellen Existenz erhalten, nur mittelbar zur Erhaltung desselben bei; sie sind gleichsam der äussere Impuls für den Gang des Räderwerks der ganzen organischen Maschine. Fehlen dieselben oder können sie auf die Organisation nicht einwirken, so kann zwar der Organismus, wie der Keim (mit seinem sogenannten latenten Leben), eine Zeit lang ruhig fortbestehen, allein bald wird das schaffende, entwickelnde und sich äussernde (manifeste) Leben in demselben vermindert und endlich das Räderwerk stillstehen. Für die verschiedenen Organismen existiren verschiedene, an Stärke und Menge sehr mannichfaltige Lebensreize. Die niedrigsten Organismen bedürfen der wenigsten und einfachsten Reize zu ihrem normalen Bestehen, während für complicirte Organisationen eine sehr grosse Zahl von Reizen der verschiedensten Art vorhanden sein muss, da hier bestimmte Thätigkeiten ganz bestimmte Reize verlangen (z. B. die Reize für die Sinnesorgane, das Nervensystem). Die Lebensreize sind theils absolut äussere, welche wirklich ausserhalb des Organismus liegen, theils relativ äussere, welche durch die ersteren innerhalb des Organismus mittels der verschiedenen Lebensprocesse angefacht werden. Die meisten der äussern Lebensreize sind an die obengenannten Lebensbedingungen geknüpft, vorzugsweise an die uns umgebende Luft und an die Nahrung. Für die Pflanzen ist z. B. das Licht ein unentbehrlicher Lebensreiz und auch auf den thierischen Organismus übt es belebenden Einfluss aus; der in der Luft enthaltene Sauerstoff ist für die thierische, die Kohlensäure für die pflanzliche Organisation ohne Zweifel ebenso Lebensreiz wie Lebensbedingung; ob und inwiefern Magnetismus, Galvanismus und Elektricität auf die Organismen belebend einwirken, ist eine noch nicht zu beantwortende Frage. Ueberhaupt dürften noch zu wenige Untersuchungen über die Lebensreize angestellt, und auch die Lebensreize nicht genug von den Reizen im Allgemeinen (s. später) getrennt worden sein.

Die Lebenserscheinungen (d. s. diejenigen Veränderungen an organischen Körpern, durch welche wir auf das Bestehen der Stoffmetamorphose in ihnen schliessen können) sind meistens für uns deutlich wahrnehmbar (d. i. manifestes Leben), doch gehen sie auch bisweilen an manchen Organismen so unmerklich vor sich, dass man es früher mit einem fast todten Körper zu thun zu haben meinte, welcher alle Lebensbedingungen und Lebensreize zu entbehren und wegen der in ihm schlummernden Lebenskraft den zerstörenden Einflüssen

der Aussenwelt zu widerstehen im Stande sei. Man nennt dieses Minimum von Lebenserscheinungen latentes Leben, und schreibt es vorzüglich den Eiern und Samenkörnern zu; beim Menschen komme es als Scheintod vor. Allein beobachtet man solche Körper mit latentem Leben genau, so zeigt sich, dass auch sie des Einflusses der Lebensbedingungen bedürfen und dass auch in ihnen immerfort ein Stoffwechsel, wenn auch ein noch so geringer, vor sich geht. So verlieren die Eier und Samenkörner ohne Zutritt der Lebensbedingungen ihre Entwickelungsfähigkeit, allerdings die einen früher als die andern, was nach Gattung, Art, Individualität und äussern Verhältnissen sehr verschieden ist. Von Hühnereiern, welche übrigens bei längerm Aufenthalte in einer Temperatur unter 0° oder unter der Luftpumpe ihre Keimfähigkeit verlieren, wissen wir, dass sie, ohne bebrütet zu werden, Stoffe ausdünsten und leichter werden, sowie dass keimfähige Hühnereier eine eigene Temperatur bis zu einem gewissen Punkte behaupten. In den Pflanzensamen müssen ebenfalls Veränderungen vor sich gehen, da manche besser keimen, wenn man sie später aussäet (z. B. Leinsamen und Melonenkerne), während andere gleich oder bald nach ihrer Reife zur Fortpflanzung benutzt werden müssen.

C. Das **Vergehen** unorganischer und organischer Körper. Das Vergehen unorganischer Körper ist ganz zufällig und von chemischen oder mechanischen Einflüssen abhängig; einem eigentlichen Tode unterliegen sie nicht. — Den organischen Körpern dagegen ist eine bestimmte, von genetischen und individuellen Verhältnissen abhängige Zeit für ihre Dauer zugemessen, die unmöglich überschritten, wohl aber durch in und ausser ihnen liegende Ursachen abgekürzt werden kann. Alle organischen Körper haben also ein ebenso bestimmtes Ende, als sie einen bestimmten Anfang hatten; der Act des Aufgebens des individuellen leiblichen Daseins, das Aufhören der Stoffmetamorphose heisst Sterben, das vollbrachte Aufhören Tod. Der Tod ist nur scheinbar ein einziges Moment; allmälig nur, doch bald schneller bald langsamer verlieren die einzelnen Gebilde, welche den organischen Körper zusammensetzen, ihre Thätigkeit. Dieses Sterben zeigt sich nach den dasselbe begleitenden Erscheinungen sehr verschieden; und zwar richten sich die Erscheinungen nach den zuerst ausser Thätigkeit gesetzten Organen sowie nach der Art des Eintritts und der Zunahme der Lähmung der Organe. Entwickeln sich die Erscheinungen so unmerklich, dass die Zeit ihres Beginnens mit Bestimmtheit nicht ermittelt werden kann, und steigern sich dieselben ganz allmälig bis zum Erlöschen des Daseins, so nennt man diesen Tod einen einfachen Erschöpfungstod. Sind dagegen die Sterbeerscheinungen deutlich begränzt und deutlich fortschreitend, dann pflegt man Dies Sterben unter Todeskampf (Agonie) zu nennen. Nach der Dauer der Sterbeerscheinungen gibt es einen schnellen und einen langsamen Tod; fehlen diese Erscheinungen ganz, so ist der Tod ein plötzlicher; erfolgt der Tod ohne vorausgegangene wahrnehmbare Krankheitssymptome, so wird er ein unvermutheter genannt. — Nach dem Tode, durch welchen der Organismus zur Leiche wird, fällt die materielle Unterlage des organischen Körpers in bald kürzerer, bald längerer Zeit und unter gewissen Bedingungen der chemischen Zersetzung anheim; sie geht in Fäulniss, Verwesung oder Vermoderung über.

Die freiwilligen Zersetzungen organischer Körper will *Liebig* in folgender Weise unterschieden wissen:

Fäulniss ist derjenige Zersetzungsprocess in und durch Wasser, wobei die Elementaratome der organischen Substanz sich unter einander auf eine neue Weise, nach verschiedenen Anziehungen gruppiren, und wobei zugleich Wasseratome theils aufgenommen, theils zersetzt werden. — Faulen stickstofffreie organische Körper, so zeigen blos die Elemente dieser Körper und das Wasser eine gegenseitige Einwirkung, d. h. die organische Substanz nimmt in der Regel Wasser auf und zerlegt sich in Körper, von denen der eine den Wasserstoff des Wassers, der andere den Sauerstoff desselben enthält; gewöhnlich vereinigt sich ein Theil des Kohlenstoffs der organischen Substanz mit dem Sauerstoff des Wassers und der organischen Substanz selbst zu Kohlensäure; der andere Theil dagegen bildet mit dem vorhandenen Wasserstoffe einen eigenthümlichen Kohlenwasserstoff, oder mit noch einem Theile Sauerstoff das Oxyd eines solchen. — Bei der Fäulniss stickstoffhaltiger Körper kommt dann noch die besondere Anziehung des Stickstoffs zum Wasserstoff ins Spiel; es werden also hier ausser Kohlensäure, Kohlenwasserstoffarten und deren Oxyde, noch Ammoniak erzeugt.

Verwesung umfasst dagegen denjenigen Zersetzungsprocess, bei dem der Sauerstoff der atmosphärischen Luft thätig eingreift, so dass hier eine wahrhafte Oxydation, eine höchst langsame Verbrennung zum Vorschein kommt, wodurch anfangs nur eine Umwandlung der Radicale und einzelner Elementaratome und endlich aller Atome bewerkstelligt wird. Es kann also durch Umänderung der Bedingungen ein faulender Körper in Verwesung und ein verwesender in Fäulniss übergehen. Die Natur des Verwesungsprocesses beruht demnach in der Aufnahme von Sauerstoff; dieser verbindet sich zunächst mit dem Wasserstoffe und bildet freies Wasser; hierauf nimmt entweder die rückständige Materie noch mehr Sauerstoff auf, so dass eine höhere Oxydationsstufe eines Kohlenwasserstoffs entsteht, oder jene gibt Kohlensäure aus, die sich aus dem Kohlenstoff und Sauerstoff erzeugt, der bereits in dem organischen Complex enthalten war. Sollte noch mehr Sauerstoff von aussen hinzutreten, so würde erst aller Wasserstoff oxydirt werden, ehe sich jener mit dem Kohlenstoff verbände. — Die Verwesung stickstoffhaltiger Körper geht in gleicher Weise von Statten, nur mit dem Unterschiede, dass hier der Stickstoff noch immer seine Verwandtschaft zum Wasserstoff geltend macht und Ammoniak erzeugt. Ist der Sauerstoff-Zutritt sehr reichlich, so dass aller Wasserstoff zu Wasser verwandelt werden kann, so entweicht freies Stickstoffgas oder der Stickstoff nimmt, bei Gegenwart einer starken Base, selbst Sauerstoff auf und bildet Salpetersäure. Da nun die Zusammensetzung stickstoffhaltiger Substanzen meist viel complicirter ist, als die stickstofffreier, so werden auch ihre Zersetzungsproducte viel mannichfaltiger sein. Man unterscheidet hier mehrere Perioden, wo aus den Zersetzungsproducten sich immer neue Producte erzeugen, bis am Ende der Metamorphose die Substanz sich völlig in Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und einen dem *humus* ähnlichen Körper aufgelöst hat. Ehe dieses aber geschieht, werden erst Infusorien aller Art in den anfänglichen Producten ihre Nahrung finden.

Es gibt aber auch einen gemischten Process, bei welchem nur mangelhafter Luftzutritt stattfindet und Wasser nur in geringer Menge vorhanden ist; diesen will *Liebig* **Vermoderung** genannt wissen. Er gleicht mehr dem einer trockenen Destillation, denn hier bilden sich die Zersetzungsproducte ganz allein aus den Elementen der organischen Substanz; der Sauerstoff derselben theilt sich hier zwischen dem Kohlenstoff und Wasserstoff, bildet zunächst Wasser und Kohlensäure, und zurück bleibt eine noch sehr wasserstoffreiche Kohle, die später auch Kohlenwasserstoff ausgibt.

Der Ausdruck Gährung müsste demnach ganz wegfallen, denn die geistige Gährung fällt, da sie eine Umwandlung des Zuckers unter und

durch Wasser in Alkohol und Kohlensäure ist, mit der Fäulniss, die saure Gährung aber, da sie nur eine allmälige Oxydation des Alkohols ist, mit der Verwesung zusammen. *Liebig* hat indessen den Ausdruck Gährung noch denjenigen freiwilligen Zersetzungsprocessen gelassen, welche ohne übeln Geruch vor sich gehen.

Bisweilen erleiden unter Wasser und in manchen Gräbern unter gewissen noch unbekannten Umständen menschliche Leichname eine Umwandlung vieler ihrer Theile in eine fettige Substanz, Fettwachs, *adipocire*, welches nach *Gay-Lussac* und *Chevreul* das schon im frischen Zustande in den organischen Theilen enthaltene Fett ist, aber bei der Zersetzung der übrigen Theile verschont wurde. *Berzelius* glaubt dagegen, dass hier eine wirkliche Umwandlung von Fasersoff, Eiweissstoff und Farbestoff des Blutes in Fett zu Stande kommt. — Es findet hier aber nur ein eigenthümlicher Vermoderungsprocess statt; es verbindet sich nämlich das erzeugte Ammoniak mit dem noch unzersetztem Fette des Leichnams zu einer festen Seife (die man fälschlich für Fett ansah).

Merkwürdig ist, dass durch gewisse Stoffe Zersetzungen der organischen Materie begünstigt werden, die nicht von selbst und nur zum Theil in der Wärme einzutreten pflegen. Diese Stoffe nehmen aber an den neu entstehenden Combinationen nicht Theil und wirken, wie es scheint, nur durch ihre Gegenwart. So bewirkt z. B. fein zertheiltes Platin, ohne sich selbst zu verändern, dass Weingeist unter Absorption von atmosphärischem Sauerstoffe in Essigsäure übergeht; so verwandelt die Schleimhaut des Laabmagens Zucker in Milchsäure u. s. w. *Mitscherlich* begreift diese Zersetzungen unter dem Namen Contactwirkungen, indem die vermittelnden Stoffe nicht durch Wahlanziehung, sondern nur durch Berührung wirksam seien; *Berzelius* schreibt dagegen Stoffen, welche durch Contact wirken, eine eigene Kraft zu, welche er katalytische nennt. *Liebig* sieht als den allgemeinen Grund derselben eine Bewegung oder Erschütterung an, welche in Mischungen, deren Bestandtheile nur schwach gebunden sind, ein Auseinanderweichen der Atome und Verbindung nach neuen, natürlichern Ordnungen bewirken soll. Solche Erschütterungen seien theils mechanisch, theils würden sie durch eine in Zersetzung begriffene Flüssigkeit und durch die Strömungen, welche von dieser ausgehen, hervorgebracht. Diese letztere Ansicht lässt freilich die Zersetzung mancher Stoffe, sowie die Contactwirkung der Schwefelsäure ganz unerklärt.

Nach *Cagniard Latour* ist die Gährung und nach *Schwann* Gährung und Fäulniss durch organische Körper bedingt, welche man gewöhnlich für zufällige Bewohner faulender Stoffe hält, aber nach neuern Forschungen, indem sie sich aus den faulenden und gährenden Substanzen ernähren und ihnen gewisse Stoffe entziehen, zugleich zersetzend (indem sich die zurückbleibenden Stoffe ihren natürlichen Verwandtschaften gemäss zu neuen Combinationen vereinigen) auf diese Substanzen einwirken. Die Bildung von Infusorien und Schimmel bei der Fäulniss ist eine längst bekannte Thatsache; ebenso gewiss ist auch nach Beider Untersuchungen, die von *Kützing*, *Quevenne* und *Turpin* bestätigt worden, dass die Bier- und Weinhefe und die Hefe im diabetischen Urine mikroskopische Pilze enthält (s. S. 8). Hierzu kommt, dass die Versuche von *Schultze*, *Schwann* und *Ure* darthun, dass Luft durch Kali oder Säure geleitet oder über einer Flamme geglüht, die Fäulniss nicht veranlasst, obschon in ihr der Sauerstoff, den man doch als Hauptursache der Fäulniss ansieht, nicht verändert ist. Diese Versuche machten es wahrscheinlich, dass das Princip, welches durch die Luft zugeführt werden muss, damit es zur Fäulniss komme, eine organische Materie sei. Wenn aber eine organische Materie Ursache der Fäulniss ist, so darf man allerdings zunächst an die Infusorien denken, deren Entwickelung mit der Fäulniss immer gleichen Schritt hält, und die vielleicht die Fäulniss von einem Körper auf den andern übertragen können.

Längere Zeit hat man als Hauptunterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern den angesehen, dass erstere unter den gehörigen Bedingungen in Fäulniss übergehen. Allein die meisten stickstofffreien, rein ausgeschiedenen organischen Substanzen gehen für sich durchaus nicht in Fäulniss über (d. h. zersetzen sich von selbst bei blosser Gegenwart von Luft und Wasser); sodann finden sich auch rein unorganische Körper, welche auf gleiche Weise sich ebenfalls freiwillig umwandeln. Das Wasserstoffhyperoxyd zersetzt sich z. B. gerade wie die organischen Substanzen, ebenso die Nitroschwefelsäure und Mangansäure. Da nun nach der neuern Chemie wahrscheinlich die chemischen Molecule der organischen Körper, so gut wie die der unorganischen durch keine andere Kraft zusammengehalten werden, als durch chemische Verwandtschaft, so ist der Unterschied zwischen beiden (d. h. zwischen unorganischen und den Leichen organischer) höchstens graduell und die organischen zersetzen sich nur deshalb leichter, weil die verwandtschaftlichen Anziehungen in ihren Moleculen meist geringer sind, als in den unorganischen, und weil sie, meist sauerstoffarm, der Einwirkung des mit den stärksten Verwandtschaften begabten Körpers, des atmosphärischen Sauerstoffs, immerwährend ausgesetzt sind.

D. **Zusammensetzung** unorganischer und organischer Körper. Dieselben einfachen (keiner Zerlegung in heterogene Theile mehr fähigen) Stoffe, Grundstoffe oder Elemente, setzen sowohl

die organischen wie die unorganischen Körper zusammen, nur finden sich nicht alle Elemente der unorganischen Natur, deren es 60 gibt — (nämlich *Aluminium*, *Antimon*, *Arsen*, *Baryum*, *Beryll*, *Blei*, *Boron*, *Brom*, *Cadmium*, *Calcium*, *Cer*, *Chlor*, *Chrom*, *Didym*, *Eisen*, *Erbium*, *Fluor*, *Gold*, *Jod*, *Iridium*, *Kalium*, *Kobalt*, *Kohlenstoff*, *Kupfer*, *Lanthan*, *Lithium*, *Magnesium*, *Mangan*, *Molybdän*, *Natrium*, *Nickel*, *Niobium*, *Osmium*, *Palladium*, *Phosphor*, *Platin*, *Quecksilber*, *Rhodium*, *Ruthenium*, *Sauerstoff*, *Schwefel*, *Selen*, *Silber*, *Silicium*, *Stickstoff*, *Strontium*, *Tantal*, *Tellur*, *Terbium*, *Thorium*, *Titan*, *Uranium*, *Vanadin*, *Wasserstoff*, *Wismuth*, *Wolfram*, *Yttrium*, *Zink*, *Zinn*, *Zirkon*) — in den Organismen wieder, sondern nur etwa 19—20, wovon dem menschlichen Organismus 15—18 zukommen. Die wesentlichsten dieser Elementarstoffe oder entferntesten Bestandtheile organischer Körper sind: *Kohlen-*, *Wasser-*, *Sauer-* und *Stickstoff*; ausserdem bald häufiger, bald seltener: Phosphor, Schwefel, Calcium, Natrium, Chlor, Fluor, Kalium, Magnesium, Mangan, Silicium und Eisen (nach Einigen auch noch Aluminium, Titan und Arsenik); in Pflanzen und einigen Seethieren dann noch Jod und Brom, und blos in Pflanzen Aluminium und Kupfer.

a. Die Art der Combination dieser Elemente in den organischen und unorganischen Körpern hat man lange Zeit als wesentlichsten Unterschied zwischen beiden angesehen. In den unorganischen Körpern treten nämlich immer nur 2 Grundstoffe zu einer Verbindung, binären, zusammen, zu der sich dann erst ein anderer einfacher Stoff oder eine andere binäre Verbindung gesellen kann. Diese Verbindungen können künstlich dargestellt werden. — In organischen Körpern vereinigen sich dagegen wenigstens 3, 4, 5 oder noch mehrere Elementarstoffe unmittelbar unter einander (zu nähern und nächsten Bestandtheilen), ohne dass vorher 2 davon eine binäre Verbindung eingegangen wären, so dass auf diese Art die wenigen Grundstoffe der organischen Körper dennoch unendlich vielfache Verbindungen eingehen können und als nächste Bestandtheile Materien bilden, welche nur organischen Körpern eigenthümlich sind. Diese Verbindungen, welche nach der Zahl der zugleich gebundenen Elemente ternäre, quaternäre, quinäre u. s. f. heissen, entstehen niemals durch blose chemische Wahlanziehung der Stoffe, wie die binären der unorganischen Körper, sondern kommen nur unter dem Einflusse der Lebenskraft oder organischen Kraft zu Stande, können deshalb auch niemals künstlich dargestellt werden. Die Hauptverschiedenheiten in der Zusammensetzung der organischen Materie scheinen von dem Verhältnisse der Mischungsgewichte der Elemente Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff abzuhängen. — Schwindet die Lebenskraft, so verharren die organischen Combinationen nicht länger in ternären, quaternären u. s. w., sondern die Elemente treten nach ihren Affinitäten zu binären Verbindungen zusammen und dies geschieht unter den Erscheinungen der Fäulniss. Bei der hierbei stattfindenden Zersetzung, die aber nur beim Vorhandensein von einem gewissen Wärmegrade (10—40°), von Wasser oder atmosphärischer Luft vor sich gehen kann, werden theils Bestandtheile der organischen Verbindung ausgeschieden, wie Stickstoff und Wasserstoff, theils vereinigen sie sich zu unorganischen Combinationen, als: Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffgas, Ammoniak, Blausäure, Phosphorwasserstoffgas, Hydrothionsäure u. s. w. Die Producte der Fäulniss, besonders thierischer Körper, sind hiernach: Kohlensäure, Stickgas, Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas und Ammoniak, wodurch der Körper aufschwillt und fähig wird, auf dem Wasser zu schwimmen; das Wasser erweicht die übrigen Substanzen und macht sie schmierig, zerfliessend; es

bildet sich hierzu noch Essig- und zuweilen Salpetersäure, und zuletzt, wenn die flüchtigen Stoffe verdunstet sind, bleiben ausser dem langsam sich zersetzenden Moder die fixen Bestandtheile, als Erden, Oxyde, Salze und Kohle zurück, welche mit dem Moder *humus* bilden. — Manche der oben erwähnten Elementarstoffe kommen im organischen Körper allerdings als binäre Verbindungen vor (namentlich Salze), doch immer nur in Stoffen, die der Sphäre des Lebens mehr entrückt sind und im Verhältnisse zur organischen Masse nur in sehr geringer Menge. Ternäre Verbindungen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, finden sich hauptsächlich im Pflanzenreiche allgemein verbreitet, seltener im Thierreiche. Dagegen sind quaternäre Verbindungen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, die in den Pflanzen nur als Ausnahmen vorkommen, in den Thieren die gewöhnlichen und wesentlichen nähern Bestandtheile, also charakteristisch für den thierischen Organismus. — Die neuere Chemie sagt nun aber über die Zusammensetzung und künstliche Darstellung organischer Körper Folgendes:

α) Was die **Zusammensetzung** betrifft, so sind die 3 oder 4 Elementarstoffe nach der ältern Annahme von *Fourcroy* u. A. alle in gleicher Weise und gleich innig mit einander verbunden; *Gay-Lussac* erklärte sogar die organischen Stoffe geradezu für Gemische aus den bekannten unorganischen Verbindungen. Die ternäre und quaternäre Verbindungsweise lässt nun aber mancherlei Erscheinungen und Beobachtungen unerklärt. Zunächst kann durch sie durchaus nicht erklärt werden, wie Körper aus einer gleichen Gewichtsmenge von Elementen zusammengesetzt, ja aus einer gleichen Zahl von Aequivalenten bestehend (isomerisch), doch so völlig verschieden sein können. So hat z. B. die Milchsäure, ein so stark negativ polarer Körper, ganz dieselbe procentische Zusammensetzung wie das indifferente Stärkemehl, und dieses unlösliche, geschmacklose, amorphe Stärkemehl wieder die des auflöslichen, süssen, krystallisirten Rohrzuckers. Hierzu kommt noch die Verschiedenheit der Zersetzungsproducte ganz gleich zusammengesetzter Körper, selbst wenn sie völlig gleichen zerstörenden Agentien ausgesetzt werden. So verwandelt Salpetersäure das Stärkemehl in Oxalsäure, das diesem isomere Acacin aber in Schleimsäure; so geben Ameisenäther und essigsaurer Holzäther, die sich nicht nur in ihrer Zusammensetzung vollkommen gleichen, sondern selbst in ihren physischen Eigenschaften bis zum Verwechseln ähnlich sind, bei ihrer Zerlegung ganz verschiedene Producte. Da nun das Binaritätsgesetz der unorganischen Chemie sich nicht auch auf die organische anwenden lässt, so weisen neuere Forscher auf nähere Bestandtheile in organischen Körpern hin, ohne deshalb eine rein binäre Zusammensetzungsweise derselben anzunehmen. Man entdeckte nämlich, dass in organischen Körpern immer einige Atome genauer und fester zusammenhalten, als gewisse andere, die, ohne das Zusammenhalten jener zu stören, von diesen getrennt und durch andere zersetzt werden können. Man fand, dass viele organische Körper bei ihren Zersetzungen immer solche Producte gaben, die auf eine bestimmte Grundlage hindeuteten, deren Elemente unter einander fester zusammenhingen, als die des ganzen organischen Körpers. Man gelangte durch mannichfaltige Untersuchungen dahin, mit Bestimmtheit nachzuweisen, dass viele dieser fester zusammenhängenden Atome, den unorganischen Elementen gleich, sich mit Elementen verbinden und auch selbst die Stelle von Elementen in zusammengesetzteren Verbindungen vertreten konnten. Man nannte daher diese Atomenconglomerate im Gegensatze zu den einfachen Radicalen der unorganischen Chemie zusammengesetzte oder organische Radicale (wie Cyan, Anthyl, Methyl, Ammonium, Acetyl, Benzoyl, Protein), die nun nicht blos binär, sondern auch ternär und quaternär zusammengesetzt und von denen die wenigsten isolirt darzustellen sind (weil ihre Elemente nur durch geringe Verwandtschaft zusammenhalten). Die organische Natur schuf sich also aus wenigen unorganischen Elementen erst ihre Grundstoffe und setzte dann die verschiedenen organischen Körper wieder aus ihnen zusammen; es gelang auf solche Weise

der organischen Natur, eine noch weit grössere Menge von Grundstoffen zu formen, als es in der unorganischen Natur gibt. Der Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern, hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung, wäre hiernach der, dass in erstern Verbindungen zusammengesetzter, zerlegbarer Radicale, in letztern einfache, unzerlegbare Radicale vorkommen. Die organischen Radicale unterscheiden sich aber demnach von denen unorganischer Körper dadurch, dass sie zunächst zusammengesetzt sind, dass ihre Verbindungen in erhöhter Temperatur und bei Einwirkung starker chemischer Agentien unter steter Abscheidung unorganischer Verbindungen, wie Kohlensäure und Wasser, in der Regel in einfachere Verbindungen zerfallen, und dass daher die Radicale nur selten für sich dargestellt werden können. Dieser letzte Umstand ist aber Ursache, dass in den zusammengesetzten organischen Stoffen die eigentliche elementare Zusammensetzung häufig nur vermuthet werden kann und dass verschiedene Auslegungen möglich sind, je nachdem man die bekannte Anzahl der Atome so oder anders zu einander ordnet. Dass aber eine innere Verschiedenheit in der Anordnung der Atome vorhanden sein muss, beweisen die isomeren Stoffe. Solche Verbindungen, in welchen eine gleiche Zahl von Atomen auf verschiedene Weise geordnet ist, werden metamere genannt, dagegen solche, wo die einfachen Atome zwar in demselben Verhältnisse zu einander stehen, aber die absolute Anzahl verschieden ist, polymere.

β) Die **künstliche Darstellung** unorganischer Körper kann keinen bedeutenden Unterschied zwischen diesen und organischen, von denen allerdings bis jetzt nur sehr wenige (z. B. Harnstoff, Oxalsäure, Ameisensäure u. s. w.) durch die Chemie hervorgerufen worden sind, abgeben. Denn noch ist es auch derselben nicht gelungen, die meisten in der Natur vorkommenden Mineralkörper, besonders nach ihrer Gestaltung, zu schaffen; selbst ganz einfache Verbindungen, wie das neutrale kohlensaure Kupferoxyd (Kupferlasur), ferner die Mehrzahl der in der Natur vorkommenden einfachern und zusammengesetzteren Alaunerdesilicate hat noch keine Kunst nachgeahmt. Die Ursache davon ist, dass dem Chemiker in seinem Laboratorium die Kräfte mangeln, welche die Natur regierte, als sie Felsen und Berge schuf. Jene ungeheuren Druckkräfte, um die Gase zu condensiren, jene enormen Hitzegrade, um die strengflüssigsten Körper zu schmelzen, jene elektrischen Spannungen, um die stärksten chemischen Verwandtschaften zu erschüttern, wie sie bei der Bildung oder Umbildung der Erde thätig waren, wird keine Kunst zu erzeugen im Stande sein. Derselbe Grund ist es, welcher die Chemiker ausser Stand setzt, organische Körper künstlich darzustellen; hier kennen wir ja noch nicht einmal hinlänglich die Gesetze, welche die organische Natur befolgt, um aus so wenig gleichartigen Elementen eine so ungeheure Zahl mannichfaltiger organischer Körper zu erzeugen. Deshalb muss man aber nicht glauben, dass in den Organismen die chemische Verwandtschaft aufgehoben ist; sie wird nur, wie so oft auch durch physische Gesetze, hier durch gewisse, noch nicht hinlänglich erforschte organische Gesetze modificirt und geleitet.

b. **Organische Körper sind wegen ihrer Zusammensetzung weit geneigter zu jeder Zersetzung**, als unorganische. Die letzteren müssen dauernder, fester sein, da ihre Elemente selbst gar nicht oder sehr schwer zersetzbar sind und diese selbst wieder, durch ziemlich kräftige Verwandtschaften zusammengehalten, äussern Einflüssen leichter widerstehen. Dagegen liegt schon in der Zusammensetzung der organischen Körper selbst der Keim ihrer Zerstörung; denn theils ist die Verwandtschaft der Radicale unter einander weit geringer, als zwischen den unorganischen Elementen, theils folgen auch die Elemente der Radicale selbst bei den geringsten Veränderungen äusserer Bedingnisse anderen Verwandtschaften. Erleidet demnach ein organischer Körper eine Zersetzung, so trennen sich nicht blos die nähern Bestandtheile, sondern auch die entferntern und gruppiren sich dann in anderer Ordnung, um neue Körper zu erzeugen.

c. **In den organischen Körpern zeigen**, nach *Berzelius*, **die Mischungsgewichte kein so einfaches Zahlenverhältniss**, als in den unorganischen. Diese Mannichfaltigkeit in den Verbindungsverhältnissen, welche jene wenigen Elemente der organischen Natur unter einander eingehen, hat man für eins der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale organischer Körper von unorganischen angesehen. Sie rührt von der geringen Verwandtschaft her, welche die Elemente organischer Körper zu einander haben.

d. **Die organischen Körper bestehen grösstentheils aus verbrennlicher Substanz** (Kohle und Sauerstoff ist stets in ihnen), weil in ihnen nie so viel Sauerstoff vorhanden ist, als zur Verwandlung des Kohlen- und Wasserstoffs in Kohlensäure und Wasser nöthig ist; beim Zutritte der Luft und gehörig erhitzt nehmen sie deshalb die noch zur Sättigung fehlende Quantität des Sauerstoffs auf, sie verbrennen. — Die Fähigkeit organischer Körper, sich in der Hitze zu zersetzen und dabei meist Kohle auszuscheiden (zu verkohlen), kommt nun aber nicht allen (z. B. dem flüchtigen Bittermandelöle) zu, dagegen auch einigen unorganischen (wie dem ölbildenden Gas), und kann deshalb nicht charakteristisches Moment bei Unterscheidung organischer und unorganischer Körper sein.

e. **In dem verschiedenen Sauerstoffgehalte** organischer und unorganischer Körper liegt ein nicht unwichtiger Unterschied zwischen beiden. Vergleichen wir nämlich die Zusammensetzung der organischen Substanzen mit den zusammengesetzten sauerstoffhaltigen Mineralkörpern, so fällt nicht blos das hohe Atomgewicht der erstern (mit Ausnahme einiger organischen Säuren) in die Augen, sondern auch die geringe Anzahl von Sauerstoffaequivalenten im Verhältnisse zu der der übrigen Elemente, während in unorganischen Körpern die Menge der Sauerstoffaequivalente die der positiven Elemente überwiegt oder ihr wenigstens gleich ist. Die neuesten Untersuchungen der Chemiker zeigen, dass der Sauerstoff in organischen Körpern durchaus nicht die wichtige Rolle spielt, wie in den Oxyden des Mineralreichs; er liegt dort oft ganz oder grösstentheils innerhalb des Radicals und ist demnach in Bezug auf die ganze chemische Constitution der organischen Substanz ohne Bedeutung. *Liebig* will den Sauerstoff selbst in den organischen Säuren nicht als säuerndes Princip, als Regulator der Sättigungscapacität gelten lassen.

f. **Gleichartigkeit und Ungleichartigkeit der Masse. Unorganische** Körper, besonders die festen, sowohl einfache als gemengte, sind, was ihre Masse betrifft, stets völlig gleichartig, homogen. **Organische** Körper dagegen sind immer heterogen, durch die verschiedenartigsten Theile zusammengesetzt, so dass man durchaus nicht 2 Stellen auffinden kann, welche genau dieselbe Structur haben. Nach *Kant* sind es organische Ganze aus ungleichartigen Theilen zusammengesetzt, die den Grund ihrer Existenz im Ganzen haben.

E. **Gestaltung** organischer und unorganischer Körper. — *a.* Hinsichtlich ihres Aggregat-Zustandes sind unorganische Körper entweder feste (Mineralien, Fossilien), oder permanent elastische (Gasarten), oder Flüssigkeiten, und stets ohne bestimmtes Volumen. Eine jede dieser 3, durch den Grad des Zusammenhanges ihrer einfachen Theilchen bedingten, Klassen kommt fast immer für sich allein vor. Selten, und dann nur mechanisch und durch äussere Einflüsse damit verbunden, enthalten Mineralien Flüssigkeiten (und dann fast immer reines Wasser) und Luft in kleinen Höhlen, die sich während des Krystallisirens gebildet hatten, oder in kleinen Zwischenräumen, oder in chemischer Verbindung. Am allerwenigsten stehen aber dann diese festen und flüssigen Theile unorganischer Körper in einer wesentlichen Erzeugungsbeziehung zu einander und tragen

wesentlich zur Existenz des Körpers bei. — Organische Körper stellen dagegen immer weder eine blosse Flüssigkeit dar, noch sind es ganz starre Gestalten, sondern immer weiche, bildbare, aus festen und flüssigen Theilen zusammengesetzte Körper, für deren Entstehen und Bestehen die Existenz und das gegenseitige Verhalten dieser Theile wesentlich ist. Denn flüssige Theile sind der Urquell aller festen, und diese wieder die Quelle der flüssigen; die einen erzeugen und erhalten die andern, und so ist ein Wechselverkehr zwischen festen und flüssigen Theilen zum Fortbestehen des Lebens durchaus nöthig. Alles, was als Nahrungsstoff in den Körper eingeführt und zur organischen Substanz werden soll, muss vorher flüssig gemacht werden und ebenso Das, was wieder ausgeführt wird. Die Beschaffenheit der flüssigen Theile hängt daher wieder ab von den Thätigkeitsäusserungen der festen; selbst die Menge der Lebenswirkungen und Veränderungen, welche der Organismus zeigt, steht in einem bestimmten Verhältnisse zu der Menge der Flüssigkeit neben den festen Theilen. Alle festen Theile sind modificirte Flüssigkeit; *Carus* sagt darüber: Organismus ist ein Latentflüssiges, alles Solide ist Flüssiges im latenten Zustande. — Die Flüssigkeiten organischer Körper sind auch nicht, wie die unorganischen, reines Wasser, sondern nach den verschiedenen Stellen ihres Vorkommens verschieden; immer sind andere Stoffe in ihnen aufgelöst oder suspendirt.

b. Die äussere Form unorganischer Körper ist entweder winklig oder ganz ohne bestimmte Begränzung, wie bei den Flüssigkeiten, und gleiche Beschaffenheit zeigen sie auch bei mechanischer Zerkleinerung in ihren kleinsten Theilchen. Die organischen Körper haben dagegen stets eine mehr oder weniger abgerundete Form und bestimmtes Volumen, und ihre kleinsten Theilchen sind wesentlich Bläschen. Die Grundform alles Organischen ist die Kugel. — Nach *Klencke* ist der Unterschied zwischen Krystallisation (todtes Werden) und Organisation (lebendiges Werden) nur ein rein mathematischer, beide geschehen nach ein und demselben Lebensgesetze, nur dass bei ersterer das Leben in geometrischen Figuren zusammenschiesst, welche in gerader Linie und in Winkeln construirt werden, während sich bei letzterer die Curve und ihre Ausbildung zur Kugel zeigt. Je vollkommner ein Ding in der Bildung und Naturbedeutung erscheint, um so entschiedener finden wir in ihm die Curve ausgedrückt und mannichfaltig wiederholt.

c. Symmetrie lässt sich bei den meisten unorganischen Körpern nicht wahrnehmen, nur in den Krystallen findet sich dieselbe, aber dann so streng regelmässig, wie sie bei den organischen Körpern nicht vorkommt. Bei diesen ist sie wegen der Mannichfaltigkeit der Theile weniger streng und besteht entweder in der Regelmässigkeit der Zusammensetzung einzelner Theile aus um einander und hinter einander liegenden Abtheilungen, oder in der Zusammensetzung aus 2 gleichen seitlichen Hälften *(Dualismus)*, und einer ähnlichen obern und untern Hälfte.

d. Gliederung. Alle festen unorganischen Körper bestehen,

weil ihre Theilchen sich überall innig berühren, aus einer starren, derben, meistens gar nicht beweglichen Masse; Gelenke und Glieder sind nie da. Dagegen sind alle organischen Körper wegen ihres geringen Zusammenhanges und ihrer höchst kunstreich eingerichteten Glieder und Gelenke, sowohl in ihren kleinern als grössern Abtheilungen leicht beweglich.

e. Individualität. Bei organischen Körpern sind die einzelnen Functionen und ihre Organe durch den gemeinschaftlichen Zweck der Selbsterhaltung zu einem Ganzen verbunden. Diese nothwendige Verbindung des Mannichfaltigen zum Ganzen unter bestimmter Form in lebenden Körpern heisst Individualität; sie ist also Erforderniss des Lebens. Organische Körper sind demnach Individuen (*individuum*, Unzertheilbares), für sich selbst abgeschlossene Ganze. — Unorganische Körper sind in diesem Sinne keine Individuen. Am meisten nähert sich noch der Krystall dieser Bezeichnung; von ihm sagt *Carus:* es kann dem Krystall im Moment seiner Bildung ein gewisses inneres eigenthümliches Leben nicht abgesprochen werden und nur, dass er, einmal gebildet, auch in sich wieder erstorben ist und die stätige Wechelwirkung nicht zeigt, welche vom Begriff eines Organismus unzertrennlich ist, scheidet ihn vom Reiche des Organisirten, weshalb man sagen könnte, der Krystall lebt nur, um sich zu bilden und ist, gebildet, todt. Ferner unterscheidet er sich noch dadurch von einem Organismus, dass er durchaus keine Zweckmässigkeit der Gestaltung für die Thätigkeit des Ganzen zeigt, weil er nicht ein aus ungleichartigen Geweben zusammengesetztes zweckmässiges Ganze ist, sondern durch Aggregation gleichartiger Elemente entsteht, welche denselben Gesetzen der krystallinischen Aggregation unterworfen sind.

F. **Kräfte** und **Gesetze**, welche in unorganischen und organischen Körpern auftreten. Alle in der Natur sich zeigenden Kräfte (Kraft d. i. der letzte ausser den Sinnen liegende Grund von Erscheinungen, eine gewisse Summe irgend einer in Zeit und Raum sich stets ändernden Erscheinung) trennt man gewöhnlich: in physikalische, die von der Anziehung und Abstossung abhängen und uns das Aufeinanderwirken der Körper kennen lehren; — in chemische, welche das Ineinanderwirken der Körper erklären und von der Verwandtschaft (specifischen Attraction) abhängen; — und in organische oder vitale (Lebenskraft), die unter den Gesetzen des Lebens stehen und immer nach einem bestimmten Plane mit Zweckmässigkeit schaffen. — Den unorganischen Körpern kommen nur physikalische und chemische Kräfte (auch bisweilen todte Kräfte genannt) zu; in den organischen Körpern, die ja, ebenso wie die unorganischen, Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Trägheit, Anziehungskraft, Porosität, Elasticität u. s. w. als Eigenschaften besitzen, wirken ausser den physikalischen und chemischen Kräften auch noch organische oder die sogenannte Lebenskraft (s. S. 2), deren geheimnissvollem Wirken man lange Zeit hindurch eine Menge von Erscheinungen im Organismus zuschrieb, die jetzt ganz gut durch die Physik und Chemie erklärt werden. (Die Gesetze der Statik, Hydro- und Aërostatik z. B.

spielen in sehr vielen Verhältnissen des lebenden Körpers eine bedeutende Rolle). Den neuerlichen Bestrebungen, das sogenannte Physikalische im ausschliessend sogenannten Organischen nachzuweisen, und den Fortschritten der neuern organischen Chemie nach zu urtheilen, dürfte man der Lebenskraft nach und nach immer mehr von ihrer frühern Macht entreissen, so dass wir endlich wohl die Gesetze der organischen Natur erforschen werden, unter deren Einflusse die physischen Kräfte verschiedentlich modificirt werden. — Unter den physikalischen Vorgängen im organischen Körper ist besonders die, auf der Porosität der Gewebe beruhende Haarröhrchenanziehung, Tränkung, sowie die Enosmose und Exosmose beachtungswerth; unter den vitalen steht die Selbsterhaltung und Erregbarkeit oben an.

a. **Capillarität, Haarröhrchenanziehung.** (Die Ursache des Eindringens und des in die Höhe Steigens tropfbarer Flüssigkeiten in engen Röhren.) Die Natur arbeitet in den Organismen fast an allen Stellen mit Haarröhrchen (denn auch die Poren der verschiedenen Gewebe sind als sehr niedrige Capillarröhrchen zu betrachten). Nur haben diese Röhrchen keine starren, undurchdringlichen, sondern weiche und poröse Wände, wodurch die sonst unwiderstehlichen Hindernisse der Capillarattraction der äusserst feinen Röhrchen der Organismen möglichst eliminirt sind. Es scheint übrigens die Haarröhrchenanziehung vorzüglich als saugende Kraft zu dienen. Tropfbare Flüssigkeiten fliessen aus Capillarröhren, die damit angefüllt sind, nur dann aus, wenn irgend eine andere Kraft oder Ursache wirksam ist, weil durch die Capillarität eine Bewegung über die Gränze des die capillare Thätigkeit bedingenden festen Körpers nicht bewirkt werden kann. Das Ausfliessen kann bewirkt werden durch einen mechanischen Druck, es kann beschleunigt werden durch die Erhöhung dieses Druckes und durch alle Ursachen, welche die Anziehung der Flüssigkeitstheilchen unter sich und zu den Röhrenwänden vermindern. Die günstigste Bedingung, um durch Druck eine Flüssigkeit durch die Poren einer porösen Substanz durchgehen zu machen, ist, wenn die Flüssigkeitstheilchen an einem zweiten Flüssigkeitstheilchen hinweggleiten und verschoben werden. Alle capillaren Röhren, welche sich im thierischen Körper finden, führen Flüssigkeiten, die nicht ruhen, sondern welche in beschleunigter oder langsamerer anhaltender oder nur zu verschiedenen Zeiten angeregter Bewegung begriffen sind. Diese wird theils durch die Zusammenziehung der Röhrchenwandung selbst, theils durch eine *vis a tergo* (durch fortdauernde Einsaugung, Herzdruck), und durch Fortdauer des Absonderungsprocesses im Gange erhalten. — Bei der Capillaritätswirkung kommen nach *Valentin* folgende wichtige Punkte in Betracht: 1) Da unter sonst gleichen Verhältnissen die Capillarhöhe dem Durchmesser des Haarröhrchens umgekehrt proportional ist, so müssen die kleineren und kleinsten Gefässe und Schläuche des Organismus, sobald in diesen überhaupt die Capillarität in Wirksamkeit treten kann, unter sonst gleichen Verhältnissen Flüssigkeiten stärker ansaugen und mit bedeutenderer Tenacität als grössere Röhren zurückhalten. 2) Die Natur und Dichtigkeit der Flüssigkeit, sowie das Adhäsionsverhältniss derselben zu der Innenfläche der Wandung der Röhrchen macht eins der wesentlichsten bestimmenden Momente der Capillarhöhe aus. 3) Die Dicke der starren Wandung der Capillarröhrchen zeigt keinen Einfluss auf die Capillarität; dagegen ist 4) die Textur der Wände, besonders die Benetzung, Temperatur, Glätte und Anziehungskraft der innern Oberfläche des feinen Röhrchens von dem wesentlichsten Einflusse. 5) Der atmosphärische Druck übt auf die Capillaritätsphänomene keinen wahrnehmbaren Einfluss aus. 6) In feineren nicht besonders benetzten Röhren scheidet sich eine emulsive Verbindung schneller, als in grössern. Besonders sind hierbei die Benetzungsverhältnisse der Röhrchenwand von

wesentlicher Bedeutung. — Noch sind übrigens diese Capillaritätsverhältnisse der gläsernen Röhrchen auf die Gefässchen und Kanälchen des lebenden Organismus nicht gehörig erforscht. Jedenfalls erlauben die physikalischen Erscheinungen, welche bei dem Durchtritte von Flüssigkeiten durch capillare Röhrchen wahrgenommen werden, eine ziemlich ausgedehnte Anwendung auf die Phänomene in den Organismen.

b. **Imbibition, Tränkung, Ansaugung,** d. i. das Vermögen fester organischer und unorganischer Stoffe, Flüssigkeiten in ihr Gewebe und ihre Zwischenräume aufzunehmen, sich damit so zu tränken, dass sie nicht nass, sondern nur weich sind. Diese Durchdringlichkeit für Flüssigkeiten wird durch die Porosität und Haarröhrchenanziehung veranlasst; eine Bedingung derselben ist die Benetzbarkeit der Stoffe, oder die Anziehung, welche die Theilchen der Flüssigkeit und die Wände der Poren zu einander haben; eine zweite ist die Anziehung, welche ein Flüssigkeitstheilchen zu dem andern hat. Im Innern einer mit einer Flüssigkeit erfüllten Capillarröhre sind z. B. immer nur eine gewisse Anzahl von Flüssigkeitstheilchen mit der Wand in Berührung und werden davon angezogen (äussere Anziehung dafür), während in der Mitte der Röhre und von da nach den Wänden hin sich Wassertheilchen befinden, die ihren Platz nur durch die Anziehung behaupten, welche die von den Wänden angezogenen gegen die davon nicht angezogenen, oder die Wassertheilchen gegen die Wassertheilchen, d. h. durch ihre Cohäsion äussern. Allen Geweben organischer Körper kommt die Imbibitionskraft zu, nur den einen mehr (besonders serösen und gefässreichen, und denen, die mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehen), den andern weniger; auch können ebenso Gase wie Flüssigkeiten, sowie in Flüssigkeiten äusserst fein zertheilte feste Substanzen imbibirt werden, doch nicht alle mit gleicher Schnelligkeit und in gleicher Menge. Es haben nur gewisse Stoffe Imbibitionsfähigkeit unter einander, und es können nur solche Stoffe zugleich mit einander imbibirt werden, welche Affinität zu einander haben und enosmotische Ströme mit einander erregen (s. bei Enosmose). Wasser wird von den allermeisten Theilen eingenommen, selbst die verhornte Epidermis wird davon, freilich nur ganz allmälig und nach längerer Zeit, durchdrungen. Dem imbibirten Wasser verdanken übrigens die organischen Gewebe ihr Volumen, ihre Weichheit, Geschmeidigkeit, Dehnbarkeit, Farbe, Durchsichtigkeit, und sonach auch die Fähigkeit, thätig sein zu können. Ohne Imbibitionsfähigkeit (Durchdringlichkeit, Permeabilität) der organischen Materie ist gar keine Lebenserscheinung, kein Wachsthum, keine Bewegung möglich; in ihr liegt der Grund der Enosmose und Exosmose, der Resorption und Exhalation, der ganzen Stoffmetamorphose. Nur dadurch nämlich, dass die Gewebe von der Ernährungsflüssigkeit (Plasma) ganz durchdrungen werden, ist es möglich, dass die ältern nicht ferner brauchbaren Molecülen der Gewebe aufgelöst und fortgeführt und dafür neue an ihre Stelle zugeführt werden. — Aus Versuchen mit thierischen Membranen ergibt sich, dass dieselben für verschiedenartige Flüssigkeiten ein sehr ungleiches Absorptionsvermögen besitzen. Unter allen wird reines Wasser in grösster Menge aufgenommen; es vermindert sich das Absorptionsvermögen derselben für Salzwasser in einem gewissen Verhältnisse, wie der Salzgehalt zunimmt; ein ähnliches Verhalten zeigen die thierischen Membranen gegen Alkohol. Für Albuminlösung besitzt die thierische Membran vor allen andern Lösungen organischer Substanzen die geringste Absorptionsfähigkeit; ein schwacher Gehalt von Säuren vermehrt die Aufnahmsfähigkeit von Wasser sowohl wie von Lösungen organischer Stoffe.

Bei der **Tränkung festerer Gebilde** können dreierlei verschiedene Zustände in Betracht kommen: 1) Das Imbibirte wird nach seinem Eindringen in ein Gebilde einer grössern Masse strömender Flüssigkeit (Blut, Lymphe) zugeführt und dann mit dieser fortgeführt (hierauf beruht die Resorption durch die Haar- und Lymphgefässe). 2) Das Imbibirte erreicht das Ende seiner Bestimmung in dem von ihm getränkten Gewebe selbst (wie bei

der nutritiven Infiltration). 3) Das Imbibirte dringt in Secretionskanäle und auf freie Oberflächen von Häuten (bei der Se- und Excretion).

c. **Endosmose** (richtiger **Enosmose**) und **Exosmose**. Es sind dies diejenigen rein physikalischen auf der Affinität, Capillarität und Imbibition beruhenden Vorgänge, welche beobachtet werden, wenn 2 in irgend einer Art verschiedene, aber mischbare Flüssigkeiten (von verschiedenen chemischen Eigenschaften oder von ungleicher Dichte) durch eine dünne organische häutige (oder poröse unorganische) Scheidewand (deren Substanz zu beiden Flüssigkeiten Attraction hat) getrennt, durch 2 entgegengesetzte, durch die Scheidewand hindurch stattfindende Ströme, einen stärkern (enosmotischen, mit Volumzunahme) und einen schwächern (exosmotischen, mit Volumabnahme der Flüssigkeit), sich ins Gleichgewicht zu setzen streben. *Dutrochet* fand nämlich (nach *Nollet* und *Parrot*), dass, wenn er eine mit einer bestimmten Flüssigkeit gefüllte Blase in eine Flüssigkeit von anderer Beschaffenheit legte, sich beide Flüssigkeiten in einiger Zeit mit einander vermischt hatten, indem, je nach der verschiedenen Natur dieser Flüssigkeiten, zuerst bald die in der Blase heraustrat *(exosmosis)*, oder die von aussen in die Blase hinein *(enosmosis)*, so dass endlich in und ausserhalb der Blase ein gleiches, durch die Vermischung beider Flüssigkeiten entstandenes Fluidum vorhanden war. Enosmose und Exosmose finden meistens gleichzeitig statt, weshalb *Magendie* diesen Vorgang, der übrigens viel Aehnlichkeit hat mit der *Graham*'schen Diffusion der Gase und mit *Dutrochet*'s epipolischer Kraft (Oberflächenanziehung), auch eine Imbibition mit doppelter Strömung nennt. Doch kommt es auch vor, dass nur ein einfacher Strom vorhanden ist; die Flüssigkeit im Innern geht nur zu der äussern und die letztere nicht zu der erstern, oder umgekehrt. Die doppelte Strömung ist ferner in den meisten Fällen eine ungleiche (es geht mehr von der äussern Flüssigkeit zur innern oder umgekehrt), seltener eine gleichförmige (es geht ebensoviel Flüssigkeit von innen nach aussen, als von aussen nach innen). — Ebenso wie zwischen Flüssigkeiten und wie zwischen Gasen, sollen auch Strömungen zwischen Gasen und tropfbaren Flüssigkeiten nach dem Gesetze der Diffusion der Gase stattfinden.

Erklärungen der Enosmose gibt es sehr viele und sehr verschiedene. *Dutrochet* hat die Enosmose auf die **Elektricität** zurückführen wollen; er glaubte nämlich, dass sich durch zwei heterogene Flüssigkeiten, die durch eine feuchte Scheidewand getrennt sind, ebenso elektrische Ströme entwickeln, wie zwischen zwei heterogenen Metallen, zwischen denen sich eine feuchte Membran befindet. — Mehrere Forscher suchten die Ursache der Enosmose in der **Verwandtschaft** (Attraction) der beiden durch die Membran getrennten Flüssigkeiten. — *Magnus* nahm noch die **Capillarität** zu Hülfe und nimmt bei der Enosmose an: eine anziehende Kraft zwischen den Theilen der verschiedenen Flüssigkeiten und ein mit verschiedener Leichtigkeit erfolgendes Durchströmen der verschiedenen Flüssigkeiten durch eine und dieselbe capillare Oeffnung. — Bis jetzt waren alle Forscher der Ansicht, dass die Flüssigkeit, welche sich auf einer Seite der Scheidewand befindet, in die andere und diese in die erstere hinüberströme; so dass, wenn auf der einen Seite Zuckerlösung, auf der andern Wasser sich befand, die Zuckerlösung zum Wasser und umgekehrt strömen sollte. Allein dem ist nicht so, denn *Brücke* zeigte zuerst, mit Hülfe einer Beobachtung *Jerichau's*, dass bei Lösungen ein Uebertreten in Substanz nicht stattfindet, dass also nicht die ganze Lösung unverändert durch die Membran dringt, sondern dass innerhalb der Poren und Röhrchen der Scheidewand die Vermischung vor sich geht, so dass demnach die Anwesenheit von zwei besondern Strömungen zugleich nur scheinbar ist. — Noch sind übrigens die Acten über die Erklärung der Erscheinungen bei der Enosmose nicht geschlossen.

Die verschiedenen, über die Enosmose bekannt gewordenen und experimentell erhärteten Thatsachen lassen sich hauptsächlich auf zwei Gesichtspunkte zurückführen, nämlich: auf den Einfluss der die Flüssigkeiten trennenden **Scheidewand** und auf den der **Flüssigkeiten** selbst. — Was die

Scheidewand betrifft, so übt deren verschiedene Beschaffenheit, ihre Oberfläche und ihre Dicke verschiedenen Einfluss auf die Enosmose aus. Die trennende Scheidewand muss stets eine gewisse Verwandtschaft zu den getrennten Flüssigkeiten haben. Eine dünne Kautschukplatte z. B. lässt wohl Weingeist, aber nicht Wasser, eine mit Wasser getränkte Scheidewand lässt kein Oel, eine mit Oel getränkte kein Wasser durch. Von der Natur der Scheidewand hängt es auch ab, wohin der stärkere Strom gerichtet ist; trennt z. B. Kautschuk Wasser und Weingeist, so wird der stärkere Strom vom Weingeist ausgehen; trennt aber eine thierische Haut diese Flüssigkeiten, so geht der stärkere Strom vom Wasser aus, weil die thierische Haut mehr Verwandtschaft zum Wasser, der Kautschuk mehr Verwandtschaft zum Weingeist hat. Uebrigens hat man gefunden, dass Septa von verschiedenen Stoffen sich gegen verschiedene Flüssigkeiten so verschieden verhalten, dass sich etwas Allgemeines über das Enosmosenvermögen einer Membran nicht sagen lässt. Wird eine Membran mit einer Flüssigkeit getränkt, welche mit den auf beiden Seiten der Membran befindlichen Flüssigkeiten, oder doch mit einer derselben nicht mischbar ist, so erfolgt im erstern Falle keine Enosmose, im andern nur eine solche mit einseitiger Richtung. Selbst ein und dieselbe Membran kann sich gegen verschiedene Flüssigkeiten verschieden verhalten; es kommt z. B. sehr viel darauf an, ob eine Membran frisch oder getrocknet ist, ob sie normal oder degenerirt, welche Lage (mit der innern oder äussern Fläche) sie gegen die Flüssigkeit einnimmt. Jede Membran begünstigt z. B. im Allgemeinen die Enosmose bei ihrer einen Lage mehr als bei der andern; die für die Enosmose günstigste Lage ist bei äussern Häuten im Allgemeinen die, wobei das Wasser mit ihrer angewachsenen und die andere Flüssigkeit mit ihrer freien Oberfläche in Berührung ist. Versuche lehrten deutlich, dass die zwei Seiten einer Membran im frischen Zustande eine verschiedene Permeabilität und Attraction für die Flüssigkeiten haben. Auch wenn Membranen in ihrer chemischen Constitution Veränderungen erleiden, erhalten sie dadurch andere enosmotische Kräfte. So sollen (nach *Kürschner*) alle Flüssigkeiten, welche die Membran zersetzen, oder bei Berührung mit thierischen Theilen zersetzt werden, die Enosmose vernichten. Dem widerspricht freilich *Brücke;* jedenfalls wird aber die Enosmose dadurch eine andere. Gehemmt und endlich aufgehoben wird die Strömung, wenn sich auf einer Seite der Scheidewand Niederschläge bilden, oder wenn ein solcher gar in der Scheidewand selbst die Poren verstopft. — Mit der Grösse der Scheidewand nimmt die Enosmose zu, da eine Vergrösserung der Contactfläche gegeben ist. *Dutrochet* fand, dass die Stärke der Enosmose der Oberfläche der Scheidewand proportional ist. — Die Dicke der Wand hat insofern Einfluss auf die Erscheinungen der Enosmose, als letztere um so schneller erfolgt, je dünner die Wand ist. — Die grössere oder geringere Porosität der Wand ist natürlich von grösster Wichtigkeit bei der Enosmose; doch scheint sie hier nicht von so grossem Einflusse zu sein, wie bei der Diffusion der Gase, wo der Austausch der Gase um so rascher vor sich geht, je lockerer und poröser die Scheidewand. Durchaus erforderlich ist es natürlich, dass die Wand Poren (d. s. feine, sehr niedrige Capillarröhrchen) enthält und dass dieselben nicht verstopft, sondern flüssige Substanzen enthalten (Horngewebe leisten dem enosmotischen Eindringen einer Flüssigkeit Widerstand und trockne Membranen müssen erst in ihre Poren Flüssiges aufnehmen, ehe sie zur Enosmose geschickt werden). Je weiter die Poren, desto leichter geschieht der Durchtritt, auch viscöser Fluida (vielleicht weil sich an den Wandungen eine lineare gleichförmige Schicht bildet, während im Centrum eine freiere Strömung existirt). Ohne Zweifel kommt hier auch die verschiedene Steighöhe verschiedener Flüssigkeiten in Capillarröhren mit in Betracht.

Hinsichtlich des Einflusses der Flüssigkeiten auf die Enosmose hat man bis jetzt folgende Momente näher untersucht: ihre chemische Beschaffenheit, ihre Concentration, der Druck, unter dem sie sich befinden,

und ihre Temperatur. Sollen Strömungen durch die Membran entstehen, so müssen die Flüssigkeiten entweder eine ungleiche Concentration besitzen, oder völlig verschieden sein, oder chemische Affinität gegen einander äussern können. Sie müssen natürlich zuvörderst in der in den Interstitien der Membran befindlichen Flüssigkeit löslich sein; je leichter Lösungen von der in den Poren befindlichen Flüssigkeit aufgenommen werden, desto eher treten sie hindurch; ist nur eine von den beiden Flüssigkeiten mit der innerhalb der Poren mischbar oder löslich, so wird nur dieser der Durchtritt gestattet sein. Je inniger die Atome einer Flüssigkeit an einander hängen (Eiweiss und andere viscöse Fluida), um so weniger leicht muss diese durch die Poren der Membran hindurch treten, um so eher diese verstopfen und verschliessen. — Was die chemische Beschaffenheit der Flüssigkeit betrifft, so gelangte man zu folgender Erfahrung: sind sich die Flüssigkeiten auf beiden Seiten völlig gleich, so findet keine Strömung durch die Membran hindurch statt; wässrige Lösungen irgend eines Salzes, Alkalis, oder einer grossen Menge von organischen Substanzen (Gummi, Zucker, Eiweiss u. s. w.) nehmen, wenn sie vom Wasser durch eine Blase getrennt werden, an Volum zu, an specifischem Gewichte ab. Das Wasser geht demnach theilweise zur Lösung über und nimmt etwas von dem gelösten Körper auf. Während demnach hier der stärkere Strom vom Wasser zu den Lösungen geht, zeigen die Säuren das Umgekehrte; der stärkere Strom ist immer gegen das Wasser gerichtet. Bei Säurelösungen hängt alles von der Concentration und der Temperatur ab. So zeigte Weinsteinsäurelösung von dem specif. Gew. von 105 gegen Wasser keine Volumveränderung, obschon ein gegenseitiger Austausch statt fand; betrug aber das specif. Gew. der Säure mehr als 105, so nahm das Gewicht der Säure zu, während das Umgekehrte der Fall war, wenn die Säure ein geringeres specif. Gew. als 105 hatte. Die Erniedrigung der Temperatur begünstigte die Richtung der Enosmose gegen das Wasser, die Erhöhung der Wärme aber die Enosmose gegen die Säure. Nach *Dutrochet's* Versuchen können alle Säuren, wenn man sie in einer Dichtigkeit anwendet, dass der stärkere Strom zum Wasser geht, durch ihren Zusatz die Disposition, welche eine Flüssigkeit zu einer entgegengesetzten Enosmose hat, besiegen. So nimmt z. B. Zuckerwasser gegen Wasser bedeutend an Volum zu; setzt man aber dem erstern $^1/_{16}$ Oxalsäure zu, so steigt das Volum des Wassers. [Es lehren diese Thatsachen, dass Zusatz von andern Stoffen zu den Flüssigkeiten sehr grossen Einfluss auf die Erscheinungen der Enosmose haben, was für die Physiologie von der grössten Wichtigkeit ist.] Befindet sich eine Scheidewand zwischen einem flüchtigen und einem fixen Oele, so nimmt das letztere zu, aber nur sehr langsam. Bei Alkohol und Oel ist die Strömung gegen Letzteres stärker. Wasser wird immer am schnellsten durch die Membran hindurchgelassen, und alle andere Flüssigkeiten gehen, wenn sie nicht eine besondere Wirkung auf die Substanz der Membran ausüben, um so schneller durch die letztere, je flüssiger und flüchtiger sie sind. — Dass die chemische Affinität der Flüssigkeiten bei den Erscheinungen der Enosmose eine bedeutende Rolle spielt, ist ausgemacht. Beide Flüssigkeiten müssen sich zuvörderst mischen können, daher entsteht zwischen Wasser und Weingeist eine lebhafte, zwischen Oel und Wasser aber keine Strömung. Je stärker die Verwandtschaft beider Flüssigkeiten, desto schneller geschieht die Enosmose; ganz besonders schnell bei doppelter Wahlverwandtschaft. Im Allgemeinen gilt das Gesetz, dass wenn nicht frühere Momente oder die Verhältnisse der Membran zu den Flüssigkeiten Strömungen bedingen, die enosmotische Strömung nicht eher aufhört, als bis das Gleichgewicht der Affinität beider Fluida erreicht ist. — Die Concentration der Lösungen übt ebenfalls grossen Einfluss auf die Enosmose aus. *Fischer* bemerkte zuerst, dass mit zunehmender Concentration einer Lösung die Schnelligkeit und der Grad der Enosmose zunehmen. *Dutrochet* zog aus seinen Versuchen die allgemeine Regel: die Geschwindigkeit der Enosmose ist proportional dem Ueberschuss der Dichtigkeit der Solutionen über die Dichtigkeit des Wassers. —

Der Druck, unter dem die Flüssigkeiten zu beiden Seiten der Membran stehen, ist auch von Wichtigkeit bei der Enosmose. Bei grösserm Drucke erfolgt eine stärkere Enosmose. — Die Erhöhung der Temperatur wirkt nach *Dutrochet* beschleunigend auf die Enosmose. — Ist die eine Flüssigkeit eine fliessende, sich also stets erneuernde, wo auch die Gegensätze beider Flüssigkeiten, die sich eben durch die enosmotischen Ströme immer auszugleichen streben, wieder erneuert werden, so gewinnt die Enosmose bedeutend an Lebhaftigkeit.

Im Allgemeinen geht die Mischung zweier Flüssigkeiten mittels Enosmose langsamer als bei unmittelbarer Berührung vor sich, allein bei viscösen Flüssigkeiten (Eiweiss, Gummischleim) findet die Mischung schneller als bei unmittelbarer aber ruhiger Berührung statt. *Dutrochet* glaubt, dass dies für elektrische Ströme spreche, die bei der Enosmose sich thätig erwiesen. Allein *Kürschner* gibt davon folgende Erklärung: viscöse Flüssigkeiten mischen sich mit Wasser unter Umrühren sehr leicht, weil man dadurch die Molecüle beider Flüssigkeiten mit einander in Berührung bringt, während sie in der Ruhe sich nur mit einer grossen Fläche gegenseitig berühren. Da nun das Wasser in einer Membran in einer ausserordentlich grossen Anzahl kleiner Poren vertheilt gedacht werden muss, so mischen sich die viscösen Flüssigkeiten durch eine Membran offenbar deshalb so leicht mit dem Wasser, weil die Berührungsflächen so vermehrt sind, dass eine Art Molecular-Berührung, wie beim Umrühren, stattfindet.

Die Enosmose spielt im Organismus eine grosse Rolle, auf ihr beruhen ohne Zweifel die höchst mannichfaltigen Strömungen und Mischungsveränderungen der Flüssigkeiten, die Se- und Excretionen, sowie die Resorption, und es müssen deshalb die Gesetze derselben noch genauer erforscht werden, sowie die modificirenden Einwirkungen der Lebensthätigkeit.

Jolly's Versuche ergaben folgendes Resultat: 1) wird ein in Wasser lösliches Salz in eine mit Blase geschlossene Röhre gebracht, welche mit ihrem geschlossenen Ende in destillirtes Wasser eingetaucht ist (bis 2 Millimeter), so beginnt sogleich eine Diffusion. Wägt man nach einiger Zeit die Röhre ab, so findet man eine grössere oder kleinere Gewichtszunahme (oder Abnahme), je nach den Stoffen, die sich in der Röhre befinden. Wird das destillirte Wasser in Zwischenräumen erneuert, so findet man die Gewichtszunahme nach gleichen Zeiten immer kleiner werdend, bis endlich ein Stillstand und hierauf eine geringe Gewichtsabnahme eintritt, welche von der Verdunstung des Wassers herrührt, welches sich jetzt in der Röhre befindet. Denn das Salz oder überhaupt der Stoff, den man in die Röhre legte, ist durch Diffusion gänzlich entfernt und an seine Stelle destillirtes Wasser getreten. Bei diesem Versuche lässt sich angeben, welch ein Multiplum das eingetretene Wasser von dem früher vorhandenen, durch Diffusion ausgetretenen Stoffe ist. Weitere Versuche zeigen, dass dieses Multiplum für denselben Stoff bei gleicher Temperatur und gleichem Membranstück ungeändert dasselbe bleibt, man mag eine grössere oder kleinere Menge dieses Stoffes, und man mag diesen Stoff trocken oder in Lösung anwenden. — 2) Die Menge der durch eine Membran in einer bestimmten Zeit übertretenden Stoffe hängt bei gleichbleibender Temperatur und gleichbleibendem Drucke wesentlich von 4 Umständen ab: von der Grösse des Membranstückes, welches in Wirksamkeit ist; von der Dichtigkeit der Lösung (die Menge der übertretenden Stoffe ist der Dichtigkeit der Lösung proportional; denn von der Dichtigkeit der Lösung hängt die Menge des Stoffes ab, die unmittelbar mit der Membran in Berührung ist, daher wohl auch die Menge, die eben bei dieser Dichtigkeit von der Blase resorbirt wird); von der Anziehung der Membran gegen die getrennten Stoffe und von der Anziehung der getrennten Stoffe gegen einander. (Die Intensität der Anziehung der Stoffe zu einander und der Membran zu den Stoffen ist eine unbekannte Grösse; man kennt nur ihre Existenz; sie ändert sich je nach den Stoffen und Membranen). — 3) Die Temperatur übt einen nicht unbedeutenden Einfluss auf den Gang der Enosmose aus. Verf. glaubt aus seinen Versuchen entnehmen zu können, dass in höherer Temperatur nach gleichen Zeiten die Gewichtszunahmen kleiner sind, als bei tieferen Temperaturen. Jedenfalls gibt es Stoffe, deren enosmotisches Aequivalent mit der Erhöhung der Temperatur wächst, während es auch andere gibt, deren Aequivalent mit zunehmender Temperatur kleiner wird.

Jolly's physikalische Erklärung der Enosmose ist folgende: es ist Thatsache, dass die Intensität der Molecularanziehung zwischen festen und flüssigen Körpern je nach den Stoffen verschieden ist. Ebenso ist es Thatsache, dass die thierischen Membranen (Zwischenwände) von unzählig vielen ausnehmend feinen Poren durchzogen sind, welche Poren Systeme capillarer, nach beiden Seiten hin offener Räume von so geringem Querschnitte darstellen, dass durch dieselben eine Fortpflanzung des hydrostatischen Druckes

nicht mehr erfolgt. Wird eine solche Zwischenwand in eine Flüssigkeit getaucht, so wird, je nach der zwischen der Wand und der Flüssigkeit bestehenden Molecularanziehung, eine grössere oder kleinere Menge der Flüssigkeit resorbirt und durch Molecularanziehung zurückgehalten. Wird in einem andern Falle eine Membran in eine Lösung zweier Flüssigkeiten oder in eine Salzlösung u. s. f. gebracht, so wird sie von jedem dieser Stoffe, von dem gelösten wie vom Lösungsmittel, nach Maassgabe ihrer Molecularanziehung resorbiren; sie wird also nicht den stärker angezogenen Stoff allein, und den minder stark angezogenen gar nicht resorbiren. Es geschieht diese Resorption zwischen festen und flüssigen oder gelösten Körpern nach dem gleichen Gesetze, wie die Absorption der Gase durch flüssige Körper (aus einem Gemenge zweier Gase, die über eine Flüssigkeit gebracht werden, werden nämlich beide Gase, nach Maassgabe der Absorptionsfähigkeit des flüssigen Körpers gegen jedes dieser Gase, absorbirt). Es hat demnach wie dort die Dichtigkeit des Gases auf das Gewicht des absorbirten Gases, so hier die Dichtigkeit einer Lösung auf das Gewicht des resorbirten und gelösten Körpers Einfluss. — Nehme man an: eine Membran trenne Wasser und eine Lösung von Kochsalz in Wasser, so wird die Membran von jedem der getrennten Stoffe durch Molecularanziehung (durch Resorption) in sich aufnehmen; die Quantität des resorbirten Kochsalzes wird aber verschieden sein, je nach der Dichtigkeit der Lösung des Salzes. Man kann annehmen, die Membran sei von Wasser und Kochsalz durchzogen, und Wasser und Kochsalztheile seien bei gleichförmiger Beschaffenheit der Membran in regelmässiger Juxtaposition in der Membran vertheilt. Dieser, so mit 2 Stoffen imprägnirten, Membran wird auf der einen Seite durch das daran anliegende Wasser Kochsalz, und auf der andern Seite durch das Kochsalz Wasser entzogen; jedoch in ungleichen Mengen, weil die resorbirten Stoffe in ungleichen Mengen in der Membran enthalten sind, und weil die Resultirende aller Molecularanziehungen der gelösten Salztheile gegen das resorbirte Wasser verschieden ist, je nach der Dichtigkeit der Lösung. Nimmt man an, eben diese Resultirende sei proportional der Dichtigkeit der Lösung, so folgt hieraus, dass das Verhältniss der sich austauschenden Stoffe für alle Grade der Dichtigkeit der Lösung dasselbe bleibt. (Denn wird etwa die Dichtigkeit der Lösung zweimal geringer, so wird auch die resorbirte Salzmenge zweimal geringer, das Wasser entzieht also der Membran zweimal weniger Salz. Ebenso entzieht aber die Lösung von zweimal geringerer Dichtigkeit der Membran zweimal weniger Wasser.)

Die Diffusionserscheinungen der Gase durch poröse Zwischenwände sind durchaus nicht mit den Diffusionserscheinungen flüssiger Körper in eine Linie zu stellen *(Jolly)*. Beide Erscheinungen haben nichts mit einander gemein, als das Resultat, den Austausch der getrennten Stoffe. Das physikalisch Bedingende, der Mechanismus in diesen Erscheinungen, und daher auch die Gesetze, nach welchen sie erfolgen, ist für beide wesentlich verschieden. Bei der Diffusion der Gase hängt (nach dem *Graham*'schen Gesetze) die Menge der sich austauschenden Gase bei gleichem Drucke lediglich von der Dichtigkeit der getrennten Gase (also von einer mechanischen Eigenschaft der Gase) ab; das *Graham*'sche Gesetz setzt ausdrücklich voraus, dass die getrennten Gase nicht chemisch auf einander wirken und überhaupt keine Molecularanziehung zu einander besitzen; auch darf der trennende (trockene) poröse Körper keine Molecularanziehung auf die getrennten Gase ausüben. Ist das Letztere der Fall (bei feuchter Membran), so erfolgt ein Austausch der getrennten Gase, wie bei der Enosmose; die Molecularanziehung des Wassers der feuchten Membran gegen die getrennten Gase wird das wesentlich Bedingende. (Wird z. B. eine feuchte, zum Theil mit Luft gefüllte Blase in einer Atmosphäre von kohlensaurem Gase aufgehangen, so geht das stärker angezogene [resorbirte] kohlensaure Gas in reichlicherer Menge in das Innere der Blase, als die minder stark absorbirte atmosphärische Luft nach aussen hin entweicht).

Vitale (organische) Kräfte. In den Pflanzen, Thieren und Menschen treten eine Anzahl sehr wesentliche Erscheinungen (eigenthümliche Aeusserungen von Thätigkeiten und Kräften) auf, die sich bis jetzt wenigstens noch nicht auf dieselben Ursachen, welche den Phänomenen in der unorganischen Natur zum Grunde liegen, (auf physikalische und chemische Gesetze) zurückführen lassen. Man bezeichnet sie daher als organische, oder vitale, oder Lebensphänomene, Urphänomene des organischen Lebens. Einige derselben sind für das Leben der Pflanzen und Thiere gleich nöthig, wie die Selbsterhaltung und Fortpflanzung (s. S. 13), und diese bedingen die vegetativen Lebenserscheinungen; andere sind nur den Thieren und Menschen eigen, wie die Aeusserungen des Nervenlebens, und heissen animale (thierische) Processe. Zwischen den vegetativen und animalen Phänomenen, sagt *Valentin*, existirt noch ein sehr wesentlicher Unterschied. Denn wir können uns vorstellen, dass die Selbsterhaltung und Zeugung blosse Folgen der Organisation sind, dass diese es nothwendig macht, dass die organischen Theile das ihnen Taugliche suchen und das ihnen Schädliche zurückweisen, und dass, sobald einmal die Zeugungsbedingungen realisirt werden, dann nothwendig ein neuer Theil, welcher sich selbst organisiren muss, entsteht. Setzt man nur den Weisheitsplan der Organisation selbst voraus, so kann man sich alle hierher gehörenden Phänomene vorstellen, ohne zu der Annahme von andern, als physikalisch-chemischen Erscheinungen gezwungen zu sein. Nicht so bei dem Nervenleben. Die Nervenkraft selbst ist Etwas, das jenseits der Chemie und Physik liegt, mit keiner der physikalischen Kräfte übereinstimmt, der chemischen Kraft nicht analog ist; sie ist etwas Eigenthümliches, ein mit keinem andern identisches Princip, ein Grundprincip, dessen Erscheinungen wir, ohne weitere Erforschung seiner letzten ursächlichen Beschaffenheit, gleich den Grundkräften der Attraction, des Lichtes, der Wärme, des Magnetismus und der Elektricität, studiren, dessen Effect und Beziehungen wir zu ergründen suchen müssen.

a. **Selbsterhaltung.** Sie kommt durch Aufnahme solcher Stoffe zu Stande, welche nach vorheriger Umwandlung (Assimilation) zur Zusammensetzung des Körpers verwendet werden können, und nachdem sie eine Zeit lang dazu gedient haben, wieder aus dem Körper ausgeführt werden. Alle organische Körper haben daher die Fähigkeit, sich fremde Substanzen zu assimiliren (d. h. fremden Substanzen die Form und Eigenschaften ihrer eigenen Substanz mitzutheilen und sie mit den Theilen ihres Körpers zu vereinigen), und die Materien, welche zur Zusammensetzung ihres Körpers gedient haben, wieder an die Aussenwelt abzugeben (zu excerniren). — Die Assimilation zeigt im ganzen organischen Reiche viel Uebereinstimmendes. In allen Organismen bildet sich nämlich aus einer Flüssigkeit (Cytoblastem) nach und nach die feste Substanz hervor und zwar, ebenso bei den Thieren wie bei den Pflanzen, zuvörderst immer durch Erzeugung von Zellen, die sich dann zu den verschiedenen Geweben fortentwickeln (s. später Zellentheorie). Das Grundgesetz aller organischen Bildung (sowohl bei den einfachsten Elementartheilen wie bei den zusammengesetztesten Organisationen ist sonach das einfache Princip der Zellenbildung *(Schleiden's-Schwann's)*; die Zelle, einmal gebildet, wächst durch individuelle Kraft fort, wird jedoch durch den Einfluss des Gesammtorganismus so geleitet, wie es eben der Plan

des Ganzen erfordert. — Die **Excretion** geschieht in der mannichfachsten Form; es können feste, flüssige und gasförmige Stoffe ausgeschieden werden; bei vielen Organismen werden Stoffe in allen diesen Formen, bei manchen nur Stoffe in der einen oder andern ausgeworfen.

Die Assimilation und Excretion in den organischen Körpern wird bald auf eine sehr einfache Weise, bald durch mehr oder weniger complicirte Processe vermittelt; ebenso sind auch die Resultate und Folgen derselben bei den verschiedenen Organismen verschieden. Bei den niedrigsten Zellenpflanzen (Kryptogamisten) bildet das Medium, in welchem sie leben, die Ernährungsflüssigkeit (Cytoblastem). Diese dringt in die Zellen ein und in diesen bilden sich neue Generationen von Zellen, ohne dass grosse Veränderungen in der Flüssigkeit selbst während oder vor ihrem Uebergang in Zellen auftreten. Die Excretion ist ebenso unmittelbar, die unbrauchbar gewordenen Theile trennen sich vom Ganzen und fallen ab. — Bei den höhern Kryptogamisten und bei allen Phanerogamen ist der Ernährungsvorgang schon ein zusammengesetzterer. Dieselben nehmen nämlich aus ihrer Umgebung (aus dem Boden und der Luft) Flüssigkeiten (Auflösungen mit Ammoniak und Kohlensäure) in sich auf und verbreiten dieselben, da wegen des Baues dieser Pflanzen die aufgenommene Flüssigkeit nicht alle Elementartheile derselben einfach durchdringen kann, mit Hülfe gewisser Mittel im Körper. Es geht hier sonach der Assimilation nicht blos die Aufnahme des Cytoblastems, sondern auch die Vertheilung desselben im Körper voraus. Die Excretion unbrauchbarer Theile besteht hier ebenfalls in dem Abfallen derselben und, bei den höhern Pflanzen, in Ausscheidung tropfbarer und elastischer Flüssigkeiten. — Im Thierkörper wird das Cytoblastem aus den aufgenommenen festen oder flüssigen Nahrungsstoffen durch wässerige Umwandlung derselben bereitet, und es geht demnach hier der Assimilation die Verdauung voraus. Auch die Excretion ist ein complicirter Process, insofern die Substanzen, welche ausgeschieden werden sollen (mit Ausnahme der hornigen Gebilde), vorher grössere oder geringere Veränderungen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung erleiden müssen, da sie in flüssiger oder gasförmiger Gestalt ausgeschieden werden. Es geht der Excretion die Secretion des Unbrauchbaren vorher. — Die niedrigsten Thiere (Infusorien, Radiaten und Eingeweidewürmer) besitzen nur eine einfache oder eine verzweigte Verdauungshöhle, in welcher mit Hülfe der, von der auskleidenden Membran gebildeten Verdauungsflüssigkeit das Cytoblastem bereitet wird, welches sodann von der Höhle aus die Elementartheile des Körpers durchzieht (tränkt) und zu deren Bildung verwendet wird. Die unbrauchbaren Stoffe werden theilweise im tropfbaren oder elastisch-flüssigen Zustande an der äussern Oberfläche des Körpers ausgeschieden, theils in die Verdauungshöhle abgesetzt und mit den Resten der Nahrungsmittel entfernt. — Bei höhern Thieren (bei allen Wirbelthieren und auch bei den meisten Wirbellosen) geht der Assimilation nicht blos die Bildung des Cytoblastems durch die Verdauung voraus, sondern auch noch die Blutbildung. Alle Stoffe nämlich, welche in die Substanz des Körpers übergehen oder aus dieser wieder entfernt werden sollen, müssen ihren Weg in flüssiger Form durch das Blut nehmen, welches mit Hülfe des Gefässsystems durch den ganzen Körper verbreitet wird. (Weiteres s. bei dem Unterschiede zwischen Pflanzen und Thieren).

Durch das Vermögen der Organismen, sich mit Hülfe der Assimilation und Excretion selbst zu erhalten, sind dieselben aber auch in den Stand gesetzt, innerhalb einer bestimmten Gränze jeden Verlust und jede Veränderung, die sie erleiden, wieder ausgleichen zu können. Diese Fähigkeit wird **Regenerationsvermögen, Regenerationskraft** genannt; sie zeigt sich um so grösser und vollkommner, je einfacher ein Organismus ist, während sie bei den höhern Organismen, wo sich immer nur neue Elementartheile, nie ganze Organe regeneriren können, schwächer und unvollkommner ist. Man kann sich, sagt *Müller*, die allmälige Abnahme der Regenerationskraft mit der Entwickelung und mit der Zusammensetzung eines Organismus nicht anders verständlich vorstellen, als dass die organisirende Kraft durch die Entwickelung und die Erzeugung der Organe gleichsam mehr vertheilt wird, und sich zum Theil an die einzelnen Organe mehr bindet. Bei den einfachsten Organismen ist übrigens deshalb die Regeneration so vollkommen, weil diese eben nur unter einer fortgesetzten Bildung neuer Theile, welche dem Ganzen ähnlich sind, bestehen. (Weiteres s. später.)

b. **Erregbarkeit, Reizbarkeit.** Das entwickelte und sich äussernde Leben, nicht das latente (d. h. ein solches, wo die zum Leben erforderliche Mischung und Kraft, die lebensfähige Materie, vorhanden, aber gleichsam in Schlummer gehüllt ist und wo erst gewisse äussere Reize erforderlich sind, um das Leben in die Erscheinung zu rufen, wie beim Pflanzensamen und unbebrüteten Eie), bedarf zu seinem Fortbestehen, wie schon gesagt wurde, fortwährend der Wechselwirkung mit der Aussenwelt, es muss deshalb auch jeder organische Körper die Fähigkeit besitzen, für äussere Einflüsse empfänglich zu sein *(facultas percipiendi)* und durch sie zur besondern Thätigkeit

bestimmt zu werden *(facultas reagendi)*. Man nennt diese Fähigkeit: Erregbarkeit, *incitabilitas*, oder Reizbarkeit, *irritabilitas*, im weitern Sinne (im engern schreibt man sie nur den Muskeln und Nerven zu), und sie besteht nicht blos in dem Vermögen, Eindrücke von der Aussenwelt aufzunehmen, d. i. Empfänglichkeit, *receptivitas*, Bestimmbarkeit, sondern auch in der Fähigkeit organischer Körper, in Folge dieser Eindrücke eine besondere Art der Thätigkeit zu vollbringen, sich den Einwirkungen der Aussenwelt auf eine eigenthümliche ihrer Natur gemässe Art entgegenzusetzen und so ihren Zustand zu verändern, um sich selbst zu behaupten und die einwirkende Potenz zu besiegen, d. i. Wirkungsvermögen, Reactionsvermögen, oder, weil es auf der höhern Stufe des Lebens willkührlich stattfindet, auch Selbstbestimmung, Spontanëität. Die Erregbarkeit ist nun aber nicht das Leben selbst, wie die *Brown*'sche Schule annimmt, sondern nur eine Eigenschaft desselben. — Die auf den Organismus einwirkenden und in ihm eine Veränderung hervorbringenden äussern Eindrücke oder Einflüsse, Potenzen, nennt man Reize, *incitamenta, irritamenta;* Reizung *(irritatio, incitatio)* ist der Act des Einwirkens der äussern Potenzen und der Thätigkeit des Organismus gegen diese Einwirkung; Erregung, *incitatio*, ist die vollbrachte Wirkung eines Reizes auf die Erregbarkeit, und Gegenwirkung, *reactio*, die hervorgerufene Thäthigkeit des Organismus. — Die Wirkung, welche Reize in den Organismen hervorrufen können, ist hinsichtlich ihrer Intensität, Dauer und ihrer Folgen eine sehr verschiedenartige. Sie richtet sich zuvörderst nach dem Grade der Reizbarkeit des Körpers (jede Abtheilung organischer Wesen besitzt eine eigenthümliche Reizbarkeit) und nach der Stärke und Dauer der Reizung; sodann nach der Beschaffenheit des Reizes. Nicht durch alle Agentien können alle organischen Ercheinungen abgeändert und modificirt werden, sondern bestimmte Einflüsse wirken mehr auf die, andere mehr auf jene Thätigkeit. Jeder Reiz erzeugt ausserdem nur in einem gewissen Grade Wirkungen (Veränderungen in den materiellen und functionellen Verhältnissen) im organischen Körper; übersteigt die Einwirkung desselben diesen Grad, so hat sie gefähr liche, selbst vernichtende, sinkt sie unter diesen Grad, dann hat sie gar keine Folgen. Für jeden Organismus ordnen sich die Einflüsse hinsichtlich ihrer Stärke und Beschaffenheit anders. Die Stärke eines Reizes, welche hier zerstörend wirkt, bringt dort gar keine Wirkung hervor; eine Substanz, die dem einen Organismus schädlich ist, nützt einem andern. Kurz alles, womit ein organischer Körper in Berührung kommt, kann für ihn reizend und vernichtend wirken; es kommt dabei nur auf die Stärke der Einwirkung an. Es können so durch Reize die Thätigkeiten des Körpers gesteigert, gehemmt oder ganz umgeändert werden. Glücklicher Weise kommt nun aber allen Organisationen das Vermögen zu, sich mittels ihres Selbsterhaltungs-Processes in der Wechselwirkung mit ihrer Umgebung in ihrer Integrität zu erhalten, die Veränderungen, welche Reize hervorriefen, ganz oder zum Theil wieder auszugleichen (Regenerations-, Restaurations-Vermögen). Dazu gesellt sich ausserdem noch die Fähigkeit der Organismen, ihren Lebenszustand nach den äussern Bedingungen einzurichten und diesen in gewissem Grade anzupassen (Accomodations-Vermögen, Gewöhnung), ohne aber die Selbstständigkeit aufzugeben. Die Gewöhnung an Reize besteht demnach nicht darin, dass der Reiz gar keine Wirkung mehr hervorbringt, sondern darin, dass sich der Organismus der Einwirkung accomodirt hat. Es sind in der Organisation, sei es hinsichtlich ihrer Zusammensetzung oder in Absicht auf ihre Thätigkeit, Veränderungen eingetreten und durch die häufigere Einwirkung geblieben, bei welchen die letztere ohne Störung und Hemmung anderer Vorgänge erfolgen kann. Freilich gibt es auch Einflüsse, an welche man sich nie gewöhnen kann, die immer dieselben Wirkungen erzeugen. Bei Menschen kommt bisweilen der Fall vor, dass sich ein Individuum nicht an Reize gewöhnt, an welche man sich in der Regel leicht gewöhnt, ein Zustand, den man Idiosynkrasie benannt hat. (Weiteres s. später).

c. **Periodicität in den Lebenserscheinungen.** Die Erde ist nach bestimmten Gesetzen Veränderungen unterworfen, welche das Festland, das Wasser und die Atmosphäre derselben betreffen. Viele dieser Veränderungen kehren, weil sie von dem Umschwunge der Erde um die Sonne oder von der Drehung derselben um die eigene Achse abhängig sind, periodisch wieder. Diese sind es nun vorzugsweise, welche durch ihre Folgen auf das Leben der organischen Körper grossen Einfluss äussern, insofern sie die Lebensbedingungen und Reize vielfach zu modificiren im Stande sind. Jahreszeiten, Temperaturabwechselungen, Veränderungen in den Dichtigkeits- und Mischungsverhältnissen des Wassers und der Luft, der Wechsel zwischen Trockenheit und Feuchtigkeit im Boden, die verschiedene Intensität des Lichtes und der Elektricität sind gewiss nicht ohne Einfluss auf die Organisationen. Die einfachsten Organismen sind immer am abhängigsten davon. So hängt das Leben von vielen Pflanzen (besonders kryptogamischen) und niederen Thieren von den Jahreszeiten ab; es erscheinen ferner einige Organismen weniger oder fast gar nicht thätig während einer Jahreszeit (liegen im Winterschlafe); und bei den meisten ist die Mauserung, sowie die Zeugung an eine bestimmte Jahreszeit gebunden. Auch die Tageszeit übt Einfluss auf die Organismen aus. So ist die Ausscheidung der Pflanzen bei Tage eine andere (Sauerstoff) als bei Nacht (Kohlensäure); die Stellung ihrer Blätter und Blüthen verändert sich auch wohl; die meisten Thiere schlafen des Nachts. So zeigt sich im Leben eine jährige und eine tägliche Periodicität, aber in derselben Mannichfaltigkeit, in welcher sich uns alle Einrichtungen im organischen Reiche darstellen. (Weiteres s. später bei Thiere und Menschen).

d. **Entwickelung von Licht, Elektricität und Wärme** kommt ebenso bei den materiellen Veränderungen an organischen wie an unorganischen Körpern zu Stande. — So rührt das Leuchten des Meeres von thierischen Wesen (Infusorien, Räderthierchen, Polypen, Medusen, Anneliden, Mollusken und Crustaceen) her. Dasselbe scheint mit der Geschlechtsthätigkeit im Zusammenhange zu stehen und geschieht mittels einer körnigen Masse (Eier), welche entweder die Ovarien selbst bildet oder doch ein mit denselben innig verbundenes Gebilde ist. Unter den höhern Thieren kennt man kein Leuchten, als etwa das Phosphoresciren der Eidechseneier und das bisweilen beobachtete Phosphoresciren des Harns. Das Leuchten der Augen besteht durchaus nicht in Lichtentwickelung, sondern entsteht immer nur durch Reflexion von einfallendem Lichte. — Elektrische Erscheinungen zeigen sich an verschiedenen Organismen, abgesehen davon, dass Frictionselektricität an vielen Körpern organischen Ursprungs entwickelt werden kann und verschiedene organische Materien in leitender Verbindung mit einander (ähnlich wie Metalle) galvanische oder Berührungs-Elektricität erzeugen. Die elektrischen Fische (Zitterrochen, Zitteraal, Zitterwels) besitzen zur Entwickelung von Elektricität einen Zellenapparat zu beiden Seiten des Kopfes und der Kiemen, welcher ähnlich wie unsere Trogapparate construirt ist und wirkt. Die Wirkungen dieser Fische auf thierische Wesen gleichen ganz den elektrischen Entladungen; die Kraft der Entladung ist ganz willkührlich und an die Integrität der Nerven der elektrischen Organe geknüpft. Ueber die Elektricität im menschlichen Körper s. später. — Wärmeentwickelung findet, nur in verschiedenem Grade, in allen Organismen statt. Jeder Körper erzeugt eine bestimmte Quantität Wärme, nach den Veränderungen, welche in ihm vorkommen und nach der Schnelligkeit, mit welcher sie erfolgen. Es steigt und fällt die Wärmeproduction mit der Intensität der organischen Vorgänge. Sie ist gering bei den Pflanzen und am grössten bei den höhern Wirbelthieren; sie nimmt aber auch bei den Pflanzen zu, wenn das Leben derselben einen Aufschwung erleidet, wie in der Blütheperiode; und wo bei Thieren die materiellen Veränderungen rascher erfolgen, wie in der Brunstzeit, steigt die Wärme ebenfalls. Den kaltblütigen Thieren hat man ganz mit Unrecht eine eigene Temperatur abgesprochen.

II. Unterschiede zwischen den Pflanzen und Thieren.

Obschon in der neuern Zeit Pflanzen und Thiere dadurch einander weit näher gerückt sind, dass man (besonders durch *Schleiden* und *Schwann*) in beiden ein gemeinsames Entwickelungsprincip, nämlich die Zellenbildung, nachwiess, während man früher die grosse Einfachheit der Structur der nur aus Zellen zusammengesetzten Pflanzen nicht mit dem complicirten Baue der aus sehr mannichfaltigen Elementartheilen bestehenden Thiere vergleichen zu können glaubte und das Wachsthum der letztern wesentlich verschieden von dem der Pflanzen hielt, — so findet doch insofern ein bedeutender Unterschied zwischen beiden statt, als den Thieren das Vermögen zukommt, sich willkührlich zu bewegen (durch die Muskeln) und zu empfinden (durch die Nerven), während den Pflanzen mit den Thieren nur Entwickelung, Wachsthum, Reizbarkeit, Fortpflanzung und Vergänglichkeit zukommt. Ausserdem besteht ein Unterschied auch noch darin, dass bei den Thieren der Assimilation der Nahrungsstoffe stets die Verdauung vorausgeht (s. S. 39), und dass sie deshalb eine eigenthümliche (thierische) Organisation besitzen. — Die Pflanzen sind an einen Ort gebunden, an dem sie wachsen, Früchte tragen und vergehen, ohne die Gewalt zu haben, sich selbst von diesem Orte nach einem andern zu begeben; dagegen sind für die Thiere die Bewegungen frei. Es kann zwar den Pflanzen die Bewegung nicht ganz abgesprochen werden, allein bei ihnen erfolgt sie durch Wirkungen des Reizes auf reizbare Theile, während sie bei den Thieren aus inneren Bestimmungen von nicht beweglichen Theilen (Nerven) auf bewegliche (Muskeln) erfolgt. Das Bewegungsvermögen der meisten Thiere hat aber auch noch das Ausgezeichnete, dass die Bewegung zum Theil nicht blos durch die zweckmässige Organisation des Ganzen, sondern durch Zwecke, welche ein einzelnes Organ, nämlich das Organ der Seelenäusserung (Gehirn), bestimmt, veranlasst werden, d. h. dass sie willkührlich sind. — Empfindung besitzen aber die Pflanzen gar nicht, wohl aber Reizbarkeit, denn Empfindung ohne Aeusserungen des Bewusstseins kann nicht statuirt werden. Das Organ, durch welches die Empfindungen und Bestimmungen zur willkührlichen Bewegung, also die den thierischen Organismus eigenthümlichen Verrichtungen (deshalb animalische genannt), geschehen, ist das Nervensystem. Ausser diesen Hauptunterschieden lassen sich noch die von denselben zum grössten Theil abhängenden folgenden Unterschiede anführen, die aber weniger wesentlich sind, da Thiere und Pflanzen in ihren einfachsten Formen in einander überzugehen scheinen, so dass man oft nicht weiss, ob man einen Körper dem einen oder andern Naturreiche zu-

zählen, ihn Thier oder Pflanze nennen soll. So entstanden als Mittelglieder und Uebergänge von den Pflanzen zu den Thieren die thierähnlichen Pflanzen (Phytozoa, wie: Schwämme, Converfen, Algen, Flechten, Moose, Najaden) und pflanzenähnlichen Thiere (Zoophyten: Infusorien, Asterien, Aktinien, Korallen, Gorgonien u. s. w.); man nahm sie als Urformen der Vegetation und Animalisation (Protoorganismen, Protoplasten) an. (s. S. 6).

A. Das **Entstehen** der Pflanzen ist dem der Thiere ganz ähnlich (s. S. 5). Eine Urzeugung (s. S. 5), aus unorganischen sowohl wie aus organischen Stoffen, muss bis jetzt bei beiden geleugnet werden; dagegen können sich beide durch ungeschlechtliche und geschlechtliche Zeugung, durch Theilung, Sprossenbildung und Keime fortpflanzen. Nach *Schleiden* gibt es 4 Fortpflanzungsarten bei den Pflanzen: 1) die nur den Angiosporen zukommende Fortpflanzung durch beliebige Theilung. 2) Die bei den Angiosporen und wurzellosen Gymnosporen vorkommende Fortpflanzung durch einzelne Parenchymzellen. 3) Die den Gymnosporen allein zukommende Bildung von Knospen. 4) Die allen Pflanzen zukommende Bildung von Fortpflanzungszellen.

a. Die Fortpflanzung durch Theilung (s. S. 13) kommt bei den Pflanzen weniger vor, als bei den Thieren, wohl nur bei einigen Kryptogamisten (Flechten); gewöhnlich ist sie dann aber eine künstliche (keine natürliche oder Selbsttheilung). Die Fortpflanzung durch abgeschnittene Aeste, Zweige, Blätter ist nicht als eine durch Theilung anzusehen, sondern als eine durch die Knospen, welche sich an dem abgetrennten Theile noch unentwickelt oder schon gebildet vorfinden. Hinsichtlich der Selbsttheilung spricht sich *Ehrenberg* dahin aus, dass es keine ihm bekannte Pflanze, auch keinen Theil einer Pflanze, ja keine Zelle des Zellgewebes gebe, welche sich zur Vermehrung theile; alle Pflanzenentwickelung geschehe durch Verlängerung und Knospenbildung, und die Theilung sei nur Ablösung von Knospen. Dagegen schreibt *Meyen* den Pflanzen und selbst Pflanzenzellen vielseitig die Vermehrung durch Theilung zu (z. B. den Closterien, Palmellen, Oscillatorien, Nostochinen und Fadenpilzen); *Müller* meint, dass wohl mehr die Bildung der Sporen durch Theilung erfolgt, und dass die Theilung einzelner Zellen möglich ist. Nach *Meyen* entstehen auch die Moose und Lebermoose nicht im Innern von Mutterzellen, sondern durch Theilung und die einzelnen Samen werden von den grössern Muttersamen abgeschnürt. Es mag hier aber wohl eher eine Knospung und Loslösung der Knospen, wie bei dem Gährungspilze, stattfinden. *Schleiden* sagt: die Angiospermen, Algen, Flechten und Pilze (bei denen es keine morphologisch bestimmten Theile der Pflanze gibt, bei denen der ganze specifische Bildungstrieb, aus dem sie hervorgehen, in jedem einzelnen Stückchen vorhanden ist) können sich durch zufällige oder gesetzmässig vor sich gehende Theilung fortpflanzen; jedes Stück wird zum neuen Individuum. Die zufällige Theilung findet gar häufig bei Flechten und Algen, die gesetzmässige nur bei dem Algengeschlechte *Spirogyra* statt.

b. Die Fortpflanzung durch Knospen (s. S. 14), wo eine einzelne Zelle oder Zellengruppe der Pflanze die Eigenschaft hat, sich zu einem neuen Individuum zu entwickeln (unregelmässige Fortpflanzung). Die Entwickelungsgeschichte der Knospe ist bis jetzt noch nicht aufgeklärt. Nach *Schleiden* lässt sich hier folgender Vorgang vermuthen: eine Zelle des Parenchyms wird durch Bildung neuer Zellen, ohne sich über die Fläche der

Pflanze isolirt zu erheben, die Veranlassung zur Entstehung einer Zellgewebsmasse, die im engen Verbande mit der Pflanze, bis jetzt noch kaum von dem übrigen Parenchym zu unterscheiden ist, gleichwohl aber schon eine eigene Individualität repräsentirt und, sowie sie ganz unter Herrschaft des specifischen Bildungstriebes entstanden ist, sich auch noch ferner beständig abhängig von der Mutterpflanze und ihrem Bildungstriebe conform zu einer Pflanzenanlage, zu Achse und Blatt, zur Knospe ausbildet. Welchem Theile der Pflanze die erste Zelle angehörte, ist dabei gleichgültig, und nach den möglichen Verschiedenheiten sind nur die Bedingungen verschieden, die die Entwickelung der Zellen zur Pflanze bestimmen. In den Blattachseln sind diese Bedingungen gesetzmässig immer vorhanden, in der Basis der Blätter häufig, seltener in der Fläche derselben und in den verholzten Achsenorganen, noch seltener in der noch krautartigen (einjährigen) Achse; am allerseltensten in den Blüthentheilen.

c. Fortpflanzung durch Keime, durch Fortpflanzungszellen: Sporen und Pollenkörner (s. S. 15). Dieselbe besteht in der Enwickelung einer ausschliesslich für diesen Zweck gebildeten (Fortpflanzungs-) Zelle. Diese regelmässige Fortpflanzung zerfällt aber nach den Bedingungen, unter welchen sich die Fortpflanzungszelle entwickelt, in 2 Abtheilungen, indem 1) nur die Entstehung der Fortpflanzungszelle in der Abhängigkeit von der Mutterpflanze vor sich geht (d. i. geschlechtlose Fortpflanzung), wie bei den Kryptogamen; oder 2) auch die erste Entwickelung der Fortpflanzungszelle zum neuen Individuum unter die Bedingung eines materiellen Einflusses der Mutterpflanze gestellt ist (d. i. geschlechtliche Fortpflanzung), wie bei den Rhizocarpen und Phanerogamen. Dieses nur ist nach *Schleiden* die Bedeutung des Geschlechtes bei den Pflanzen und alle Vergleiche mit den höhern Thieren sind hier hinkend. Will man aber bei den Pflanzen das Geschlecht in ein männliches und ein weibliches theilen, so lässt sich nur dasjenige Organ das weibliche nennen, welches die materielle, organisirte (zellige) Grundlage hergibt, die sich zum neuen Individuum entwickelt (also bei den Rhizocarpen das Pollenkörner enthaltende Säckchen, bei den Phanerogamen die Anthera).

Während bei der Theilung und Knospenbildung das neue Individuum bis zum Augenblicke der Trennung organisch mit der Mutterpflanze verbunden, in einer Continuität mit ihr ist, und sich daher ganz unter dem Bildungstriebe derselben entwickelt, besteht die regelmässige Fortpflanzung durch Zellen darin, dass sich ein organischer Keim gleich anfänglich aus dem organischen Verband mit der Pflanze, aus ihrer Continuität, völlig lostrennt und sich aus sich selbstständig entwickelt, so dass der Einfluss, den etwa die Mutterpflanze auf ihn ausübt, wenn auch noch ein bestimmender und verähnlichender, doch immer schon als ein äusserer auf ihn wirkt und durch seine eigene innere Lebensthätigkeit modificirt aufgenommen wird.

Die Entwickelung, sowohl der Pflanzen als Thiere, geschieht aus einer höchst indifferenten, aus Eiweiss und Fett bestehenden, Körnchen enthaltenden Masse (Bildungsstoff, *mucus matricalis*, *Cytoblastem, Blastema*), in welcher zuerst sehr kleine rundliche Körper (*Cytoblasten* und Kernkörperchen) entstehen, welche von *Brown* entdeckt, von *Meyen* weiter verfolgt und von *Schleiden* und *Schwann* in ihrer genetischen Entwickelung beobachtet wurden; sie bilden sich dann zu Zellen aus und diese, allmälig sich mehrend und differenzirend, entwickeln sich in gesetzmässiger Weise zu den verschiedenen mit eigenthümlichen Kräften begabten Geweben. Beim Fortgange der Bildung treten dann die thierischen und Pflanzengebilde bedeutend aus einander, indem diese in dem embryonischen Zustande theils länger verweilen, theils durch das ganze Leben stehen bleiben, in jenen dagegen der Erstarrungsprocess und die Scheidung des Festen und Flüssigen schneller fortschreitet und zunächst in der Zellenbildung, dann in der Gefässbildung zu Tage kommt.

B. Das **Bestehen** der Pflanzen (s. S. 17) ist ebenso wie das der Thiere im höchsten Grade abhängig von der Aussenwelt, von dem Leben der ganzen Erde, von gewissen Lebensbedingungen. Das Leben der Pflanze (d. i. ein Complex physikalisch-chemischer Vorgänge; Thätigkeit der der Materie inhärirenden Kräfte in der Weise, wie sie sich, gebunden an die bestimmte Form der Pflanze, als Pflanzenleben äussern) wird ebenfalls nur durch Aufnahme und Assimilation von Nahrungsstoffen, sowie durch Ausscheidung untauglicher Bestandtheile erhalten. Aber an einen bestimmten Fleck geheftet oder, wenn frei (wie schwimmende Pflanzen), doch ohne von Innen bestimmte Bewegung, muss ihr Alles, was sie bedarf, was ihre Lebenserscheinungen fördern soll, von Aussen entgegenkommen. Vorzüglich bedarf die Fortpflanzung der Pflanzen rein äusserer Bedingungen zu ihrer Vermittelung. Denn es hängt die Ausstreuung der Sporen, die Uebertragung des Pollens auf die Narbe von Regen, Wind, Wellenbewegung, Insecten u. s. w. ab. Wärme und Licht, Wasser und Luft sind die Bedingungen des Lebens auch der Pflanze. Unbekannt sind uns noch die Wirkungen der Elektricität und des Magnetismus auf den pflanzlichen Körper. Wie der thierische Organismus, durchläuft übrigens auch der pflanzliche bestimmte Entwickelungsstufen.

Lebensphasen (progressive und regressive Metamorphosen; s. S. 18).

1) Fötalperiode (s. S. 18). Aus dem reifen Samen (s. später bei der Blüthe), — welcher aus der Samenschale und dem Kern (Embryo) allein oder mit Albumen, bei Kryptogamen nur aus einfachen Zellen besteht, dagegen bei Phanerogamen stets die Anlage zur künftigen Pflanze enthält, nämlich: ein Körperchen (Embryo) mit Würzelchen und Terminalknospe, sowie Hülfsorgane (als: die ersten Blätter, Kotyledonen oder den Eiweisskörper), deren Bedeutung mit dem Process der Keimung zu Ende ist, — entwickelt sich die Pflanze durch Keimen *(germinatio)*. Dieses umfasst bei den Kryptogamen nur die Ausbildung einer einzelnen, von der Mutterpflanze getrennten Zelle zum vollständigen neuen Organismus, während es bei Phanerogamen nur die Entwickelung einer schon vollständig im Kleinen angelegten Pflanze zum vollkommenen Individuum ist. Das am schwierigsten zu Erklärende ist hierbei die dem Keimen vorhergehende ruhende Vegetation im Samen. *Schleiden* sagt hierüber: „beim allmäligen Reifen des Embryo füllen sich seine Zellen nach und nach mit assimilirten Stoffen, namentlich Stärkemehl, Oel und Schleim, und sie verlieren dabei nach und nach fast alles Wasser, und so tritt ein Zustand ein, in welchem wegen mangelnder Feuchtigkeit die chemischen Wechselwirkungen und daher die Lebensprocesse äusserst gering sind. Dieser Zustand dauert nach specifischer Eigenheit verschieden lange und kann künstlich oft bis zu Jahrtausenden erhalten werden (z. B. Waizenkörner in Mumiensärgen), ohne dass die Entwickelungsfähigkeit verloren geht. Diese Entwickelungsfähigkeit wird selbst durch Einwirkungen (Wasser, Trockenheit, Kälte, Wärme) nicht gestört, welche den wirklichen Lebensprocess der Pflanze aufheben würde. Beim Beginn des Keimens wird dann durch Zutritt von Feuchtigkeit u. s. f. das Spiel chemischer Veränderungen in Thätigkeit gesetzt."

Die Erscheinungen des Keimens (welches sich in 2 Perioden theilt, von denen die erste nur die Erweichung und Ausdehnung vorhandener Zellen, die zweite die Bildung neuer Zellen umfasst) sind nach *Schleiden* folgende: zunächst quellen die Bedeckungen des Embryo (die Samenschalen, und wo sie vorhanden, Albumen und Fruchthüllen) vom eindringenden Wasser auf, die Zellen des Embryo dehnen sich aus, besonders zuerst die Zellen des Würzelchens unterhalb der Keimblätter; dadurch wird das Würzelchen aus

dem berstenden Samen hervorgeschoben, senkt sich in den Boden und, sowie es sich darin befestigt, gleicht sich die etwaige Krümmung der Achse durch Ausdehnung der an der concaven Seite liegenden Zellen aus und der Embryo richtet sich in die Höhe. Die Ausdehnung der Keimblätter sprengt die Bedeckungen völlig, diese fallen ab und das freie Pflänzchen wächst nun fort. Bei Monokotyledonen gewöhnlich, selten bei Dikotyledonen, dehnt sich auch der untere Theil der Keimblätter so sehr aus, dass dadurch das Knöspchen aus den Bedeckungen hervorgeschoben wird und sich dann entwickelt, ohne dass die Spitzen der Keimblätter die Hüllen verlassen. Wo Albumen (Endo- oder Perisperm) vorhanden ist, wachsen die Keimblätter oft so sehr in der Hülle an, dass sie das ganze Albumen verdrängen, während der ganze Embryo im reifen Samen nur einen ganz kleinen Theil einnahm. — Die Zellen des Embryo sind zur Zeit der Reife gewöhnlich ganz mit assimilirten Stoffen ausgefüllt, wodurch ihr Zusammensinken beim allmäligen Wasserverlust verhindert wird. Der grösste Theil dieser Stoffe ist für die Ernährung der jungen Pflanze überflüssig und wird zunächst zerstört, indem der Kohlenstoff des Stärkemehls, Oels u. s. w. auf Kosten des mit dem Wasser aufgenommenen atmosphärischen Sauerstoffs verbrannt wird und als Kohlensäure entweicht, während Wasserstoff und Sauerstoff sich zu Wasser verbinden; hierbei wird natürlich eine grosse Menge Wärme entbunden. Dadurch werden die Zellen wieder mit einem flüssigen Inhalte versehen und so das raschere chemische Leben in ihrem Innern möglich gemacht. Die nächste Folge ist dann die Umbildung der übrigen Substanz in Gummi und Zucker, die dann zur Bildung neuer Zellen verwendet werden können. Hierbei ist ohne Zweifel der Schleim als Contactsubstanz wirksam. Ein gleicher Process wie im Embryo geht im Albumen vor sich und wird der darin bereitete Nahrungsstoff dem Embryo durch seine Oberfläche mitgetheilt. Sobald die Pflanze ans Licht tritt, entwickelt sich in ihren äussern Theilen Chlorophyll; sie wächst übrigens mit der Wurzel dem Mittelpunkte der Erde zu, während ihr Stengel nach der Lichtquelle sich hinrichtet. [Die ganze Keimungsgeschichte der Pflanze ist noch sehr dunkel; offenbar ist nur die Zerstörung der kohlenstoffreichen Substanzen dem Keimungsprocess eigenthümlich, alle übrigen Erscheinungen gehören lediglich dem sich auch später fortsetzenden Vegetationsprocesse an.] — Die Entwickelung der Sporen der Kryptogamen, welche man wohl auch Keimung nennt, findet hier keine Analogie, sondern in der Entwickelung des Pollenkorns zum Embryo.

2) **Periode des Wachsens** (s. S. 18). Das Wachsen der Pflanze im Allgemeinen ist nach *Schleiden* Vermehrung ihres Volumens und ihrer Masse. Hierbei sind 3 verschiedene Processe zu unterscheiden, nämlich das Wachsen im engern Sinne (d. h. die Bildung neuer Zellen), die Entfaltung (d. h. die Ausdehnung und Vergrösserung schon vorhandener Zellen), und die Verholzung (d. h. die Verdickung der Wände vorhandener Zellen durch spiralige (und poröse) Verdickungsschichten). Alle 3 Processe nehmen auf sehr verschiedene Weise an der Ausbildung der ganzen Pflanze und ihrer Organe Theil. Das eigentliche Wachsen geht stets nur so vor sich, dass sich neue Zellen im Innern von alten (Mutterzellen) bilden und durch Resorption der Mutterzellen frei werden.

3) **Periode der Blüthe** (s. S. 18). Es wachsen jetzt an der (phanerogamischen) Pflanze aus Knospen die Fortpflanzungsorgane (Blüthen) hervor. Die Blüthe ist nichts, als eine besondere Modification in der Ausbildung der in der Knospe enthaltenen Theile, nämlich verschiedener Blattorgane und Stengelglieder. Sie enthält den Apparat für die gesetzmässige Fortpflanzung, nämlich den **Staubfaden**, den Erzeuger und Träger des Pollens, und die **Samenknospe**, den Ort für die Ausbildung des Pollens zum Embryo. Alle übrigen Theile der Blüthe, nämlich die Hüllen der ganzen Blüthe (Blüthenhülle, Kelch und Blumenkrone), sowie die Behälter der Samenknospen (Fruchtknoten, Staubweg und Narbe) sind unwesentlich und können fehlen, ohne dass der Begriff Blüthe aufgehoben würde *(Schleiden)*. Man bezeichnet die Antheren als männliche Organe der Pflanze, die Samenknospen und ihre Behälter, das Pistill als weibliche Theile.

Die **Bildung des Pollens** geschieht nach *Schleiden* auf folgende Weise: im Innern jedes angelegten Antherenfaches tritt in einer einfachen Zellenreihe ein Bildungsprocess auf, durch welchen sich allmälig ein cylindrischer Strang von mehr oder weniger Zellen (Mutterzellen) bildet. In jeder Mutterzelle theilt sich der granulös schleimige Inhalt gleichzeitig mit Erscheinung eines Cytoblasten in 4 Portionen, die sich plötzlich mit 4 Zellenmembranen umkleiden, oder es entstehen auf dieselbe Weise erst 2 und in jeder derselben wieder 2 Zellen. Dieses sind die 4 in der Mutterzelle eingeschlossenen Specialmutterzellen. Beide Mutter- und Specialmutterzellen werden nun durch die Ablagerung gallertartiger Schichten auf ihre innere Fläche stark verdickt und gleichzeitig bildet sich in jeder Specialmutterzelle eine einfache Zelle, die Pollenzelle. Diese sondert (bei allen über dem Wasser blühenden Pflanzen) auf ihrer Oberfläche die äussere Pollenhaut in einer oder mehrern Schichten und in oft wunderbaren Formen ab. Während dem werden die Mutter- und Specialmutterzellen aufgelöst und resorbirt. Wahrscheinlich ist in allen genannten Zellen eine in kleine Strömchen netzartig vertheilte Circulation

des Saftes vorhanden. — Der Inhalt der Pollenzelle ist bei ihrer ersten Entstehung fast ganz granulös mit einer geringen Menge von Flüssigkeit; nach und nach lösen sich die Körner grösstentheils auf, der Inhalt wird wässriger und fast klar, die zurückgebliebenen Körner charakterisiren sich als Schleimkügelchen. Gegen die Reife der Pollenkörner vermehren sie sich und es treten zuweilen noch andere Körnchen einer unbestimmten, von Jod gelb gefärbten Substanz *(Inulin?)* und zarte Oeltröpfchen auf, und sehr gewöhnlich auch Stärkemehlkügelchen in grösserer oder geringerer Menge, zuweilen in eigenthümlicher Form, aber immer in derselben Pollenzelle von sehr verschiedener Grösse. Dabei wird die Flüssigkeit immer concentrirter und verliert an Wasser. Das gegen das Ende seiner Ausbildung straff ausgedehnte Pollenkorn zieht sich daher wegen des Wasserverlustes bei völliger Reife etwas zusammen und bildet Einfaltungen, die sich bei Einwirkung von Wasser wieder ausgleichen. Die Bewegung des Inhaltes in netzförmig verbundenen Strömchen hat bei allen reifen Pollenkörnern aufgehört, dagegen zeigen die verschiedenen Körnchen des Inhaltes oft schon in der Pollenzelle, stets aber nach dem Austreten, lebhafte Molecularbewegung. Fälschlich werden diese Körnchen (meist Stärke) für vegetabilische Spermatozoen angesehen. Auf irgend eine Weise öffnen sich die Fächer aller Staubbeutel zu einer bestimmten Zeit, um den Pollen auszustreuen, gerade wie die Sporocarpien der Kryptogamen. Bei dieser Ausstreuung muss der Pollen auf die Narbe fallen; hier bleiben die Körner längere oder kürzere Zeit liegen, schwellen dann etwas an und die Pollenzelle wächst allmälig an einer Stelle ihres Umfanges zu einer fadenförmigen Zelle aus (zum Pollenschlauch); diese dringt in die Samenknospe (Keimsack) ein und wird zum Embryo.

Die Samenknospe ist der einzige wesentliche Theil der Fruchtanlage. Ihr Inneres (der Knospenkern) besteht anfangs aus einem homogenen zarten, gleichförmigen Parenchym, aber bald dehnt sich eine einzelne Zelle übermässig aus, verdrängt nach und nach einen Theil des Parenchyms, welches verflüssigt und aufgesogen wird, und bildet eine von einer einfachen structurlosen Zellenmembran ausgekleidete Höhle im Innern des Knospenkerns (den Keim-, Embryosack). Ihr Inhalt ist Gummi, Zucker und Schleim, selten Zellgewebe. — In den Keimsack dringt der Pollenschlauch ein, so dass demnächst das Ende desselben innerhalb dieses Sackes als ein längerer oder kürzerer, cylindrischer oder eiförmiger Schlauch erscheint, der nach der Höhle zu rund geschlossen ist, nach der Spitze des Keimsackes offen in den Pollenschlauch ausläuft. Das Ende schwillt bald an (Keimbläschen), im Innern des Pollenschlauches bildet sich Zellgewebe, indem Cytoblasten entstehen und auf diesen sich Zellen entwickeln. Dadurch, dass in diesen Zellen neue Zellen entstehen und so fort, wird das Keimbläschen zuletzt, unter allmäliger Volumsvergrösserung und unter Resorption der Mutterzellen, zu einem kleinen kugligen oder eiförmigen, zelligen Körperchen (Embryokügelchen). Zugleich schnürt sich der Pollenschlauch aussen am Keimsack ab und wird resorbirt, so dass das Keimbläschen dann frei im Keimsacke liegt. Durch fortgesetzten Zellenbildungsprocess entwickelt sich nach und nach aus dem Keimbläschen und Embryokügelchen der Embryo, welcher bald die Terminalknospe und das Würzelchen zeigt. Ein allgemeines, für alle Phanerogamen geltendes Gesetz ist, dass der der Spitze des eingedrungenen Pollenschlauchs entsprechende Theil des Embryokügelchens jedesmal zur Knospe, der entgegengesetzte, der Spitze des Keimsackes zugekehrte, zum Würzelchen wird. Während der Entwickelung des Embryo bildet sich im Keimsacke (um welchen herum nicht selten als Rest des Kernes Zellgewebe, Perisperm genannt, sich befindet) stets mehr oder weniger Zellgewebe (Endosperm); alle diese Zellgewebsmassen (das Peri- und Endosperm) pflegt man Sameneiweiss *(albumen)* zu nennen. Der reife Samen enthält sonach die Keimpflanze (Embryo) mit mehr oder weniger Eiweiss umgeben und von der Samenschale eingeschlossen; aus ihm entwickelt sich durch Keimen (s. S. 45) die Pflanze.

4) **Periode des Welkens und Sterbens** (s. S. 19 u. 22). Alle Organisationen sind dem Tode geweiht, auch die Pflanzen, mag nun ihr Ende früher oder später, mehr oder weniger angekündigt eintreten. *Schleiden* macht darauf aufmerksam, dass, wie überhaupt alle Analogien zwischen Thier und Pflanze unpassend sind, dies auch hinsichtlich des Sterbens beider der Fall ist. Er sagt: „Das einzelne Thier ist in seinem Leben in vielfacher Beziehung von dem Leben des Planeten abhängig, von dem es seine Lebensreize, seinen Lebensunterhalt empfängt. Aber sowie dadurch die äussere Natur das Leben des Thieres auf der einen Seite erhält, so gibt sie auch zugleich in jedem Erhaltungsacte gleichsam ein Moment der Reibung und des Widerstandes, die nach und nach sich summiren, bis ihre Kraft die Leben erhaltende Kraft der äussern Natur überwiegt, womit nothwendig der Tod eintritt. Es liegt im Organismus des Thieres selbst die Bedingung des Todes, indem die zu einer abgeschlossenen Individualität vereinigten organischen Elemente, für sich gar kein Leben habend, nur so lange dem Leben des ganzen Thieres dienen können, als sie in dem specifisch bestimmten Gleichgewicht ihrer chemischen Natur und ihrer phykalischen Kraftäusserungen erhalten werden, aber nur mit einem ebenfalls specifisch bestimmten Trägheitsvermögen sich den auf Störung dieses Gleichgewichts gerichteten Einflüssen der äussern Natur entgegensetzen können. Tritt dann der Zustand ein, wo die völlige Aufhebung dieses Gleichgewichts den Tod des Thieres

herbeiführt, so sind gleichzeitig auch alle organischen Elemente, aus denen es bestand, dem Tode und der Auflösung verfallen. — Nicht so bei der Pflanze. In ihr lebt jedes Elementarorgan sein eigenes selbstständiges Leben und stirbt für sich, und die ganze Pflanze besteht wesentlich nur aus der morphologischen und nicht aus der physiologischen Verknüpfung der Elemente. Die einzelnen Zellen können todt sein und doch, indem sie noch die Gestalt der ganzen Pflanze bedingen, gleichsam ein lebendiger Theil derselben bleiben; die ganze Pflanze kann sterben (d. h. der specifisch bestimmte Verband, in welchem die Zellen zusammengeordnet waren, kann aufgehoben sein), und doch leben die Elementarorgane noch fort, ja können selbst im Stande sein, neue Individuen derselben Art wieder zu entwickeln".

Humus. Die Hauptproducte der Fäulniss, Verwesung und Vermoderung von Pflanzenstoffen sind: der Humus (Damm- oder Baumerde), der Torf, die Braun- und Steinkohlen. — Werden abgestorbene pflanzliche (und thierische) Stoffe der Einwirkung von Feuchtigkeit und der Atmosphäre ausgesetzt, so wird im Allgemeinen Sauerstoff aus der Luft absorbirt; der sämmtliche Stickstoffgehalt verbindet sich mit dem nöthigen Wasserstoff zu Ammoniak, welches für sich oder mit gleichzeitig gebildeter Kohlensäure entweicht, wenn es nicht durch andere zufällig vorhandene oder sich bildende Säuren fixirt wird, der Kohlenstoff bildet Kohlensäure, der Wasserstoff mit dem Sauerstoff der Atmosphäre Wasser und mit dem Stickstoff derselben, sobald die Zersetzung im geschlossenen Luftraum, also in den tiefern Lagen des Bodens vor sich geht, Ammoniak. Zuletzt bleibt nichts übrig, als die unorganischen Salze. Dazwischen liegen aber eine Menge Zwischenstufen. Die indifferente, unlösliche, kohlenstoffreiche Masse wird, wenn sie schwarz ist, Humin, wenn sie braun ist, Ulmin genannt, sogenannte Humuskohle. Ferner entstehen 5 Säuren: Humin-, Ulmin-, Gein-, Quell- und Quellsatz-Säure. Lange erhalten sich dazwischen Harz und wachsartige Stoffe; die Säuren bilden mit den Alkalien und selbst mit einigen Erden auflösliche Salze, die in Verbindung mit den unorganischen auflöslichen Salzen das sogenannte Humusextract darstellen. Das ganze Gemenge von Stoffen (Humus) bildet vermischt mit den Verwitterungsproducten der verschiedenen Felsarten der Erdrinde die Ackererde oder den culturfähigen Boden *(Schleiden)*. Merkwürdig ist, dass man die genannten Stoffe auch künstlich durch Säuren, Alkalien und auch blosse Hitze aus vegetabilischen Stoffen und selbst aus Proteinverbindungen darstellen kann, wobei dieselben ebenso gut aus der Atmosphäre Sauerstoff aufnehmen, als bei der natürlichen Verwesung.

Braun- und Steinkohlen. Die Braunkohlen, welche sich meist unter Sand und Thon unfern der Erdoberfläche finden, und in ihrer Zusammensetzung dem Torfe ziemlich ähnlich sind, scheinen vorzüglich durch Vermoderung von Dikotyledonen entstanden zu sein, zeigen meist noch ziemlich deutliche Holzgestalt, und enthalten: eine braune, extractartige dem Humus ähnliche Masse, oft Eisenvitriol, Bittersalz, Alaun, Schwefelblei und vorzüglich Schwefeleisen. In den Braunkohlen findet man oft eingeschlossen: Retinit, Honig- und Bernstein, Bergtalg. In den Braunkohlen- sowie in den Torflagern gehen fortwährend Veränderungen vor sich, in deren Folge Kohlensäure in Gasform frei wird; dieselbe mengt sich vielleicht mit dem Wasser benachbarter Mineralquellen. — Die Stein- oder Schwarzkohlen scheinen meist das Vermoderungsproduct von urweltlichen Monokotyledonen, namentlich von Farrenkräutern, Lycopodien und Equiseten zu sein. An ihnen zeigt sich keine Holztextur mehr, sie sind weit compacter und dichter als Braunkohle, und kommen meist in grossen Lagern vor, die mit Schieferthon und Sandstein abwechseln. Die schwerste, dichteste und kohlenstoffreichste Steinkohle ist der Anthracit.

Lebensbedingungen für die Pflanzen (s. S. 19) sind, wie für die Thiere, vorzüglich Luft, Wasser, Wärme, Licht und Nahrungsstoffe. Die letzteren nimmt aber die Pflanze aus der unorganischen Natur, theils aus dem Boden, theils aus der Atmosphäre; es sind hauptsächlich: Kohlensäure, Wasser und kohlensaures Ammoniak; und diese unorganischen Stoffe führt sie in organische Verbindungen über. Dagegen ist das Thier nur auf organische (vegetabilische oder animalische) Substanzen zu seiner Nahrung angewiesen. Der thierische Körper erzeugt niemals organischen Stoff aus unorganischen Substanzen. — Durch den Lebensprocess der Thiere und Menschen (Athmung und Perspiration), durch die Fäulniss und Verwesung ihrer Auswurfsstoffe, sowie aller abgestorbenen Organismen, endlich durch die Verbrennungsprocesse wird beständig die organische Substanz als solche vernichtet und als Wasser, Kohlensäure und kohlensaures Ammoniak, lauter flüchtige unorganische Verbindungen, an die Atmosphäre abge-

liefert. An diese ist dann wiederum die Pflanzenwelt ausschliesslich bei ihrer Ernährung gewiesen, um die Materie wieder in den Kreislauf des Organischen einzuführen. Ausserdem liefern auch vulkanische Ausströmungen noch Kohlensäure und Ammoniaksalze zur Ernährung der Pflanzen.

Zur vollständigen Ernährung bedarf die Pflanze ausser jenen flüchtigen unorganischen, die Basis für ihre organische Materie bildenden Elementen auch noch des Schwefels und Phosphors, sowie unorganischer Salze (welche man in der Asche der Pflanzen vorfindet). Schwefel und Phosphor stammen wahrscheinlich aus Phosphor- und Schwefelwasserstoff. Letzterer bildet sich überall, wo schwefelhaltige Proteinverbindungen faulen und organische Stoffe in Berührung mit schwefelsauren Salzen sich zersetzen, und werden in grosser Menge durch vulkanische Processe (Schwefelquellen) geliefert. — Nach den Aschenbestandtheilen unterscheidet *Liebig:* Alkalipflanzen (saftige, mehl- und zuckerhaltige), Kalkpflanzen (Dikotyledonen, Blätter, Früchte und Stengel), Kieselpflanzen (Monokotyledonen, Blätter und Stengel), Phosphorsäurepflanzen (stickstoffreiche Pflanzen, Samen). Es scheint sonach, als ob alle Pflanzen und Pflanzentheile, welche reich an Stoffen der Dextrine sind, auch reich an Kali und Natron wären, dagegen alle Organe, welche viele Proteinverbindungen enthalten, auch viele phosphorsaure Salze besässen. (Weiteres s. später bei der Zusammensetzung und Erhaltung der Pflanzen).

C. **Zusammensetzung** der Pflanzen und Thiere (s. S. 24). Hinsichtlich der Formbestandtheile, so sind Pflanzen und Thiere aus festen und flüssigen Stoffen zusammengesetzt, aber bei den meisten Thieren beträgt der flüssige Theil unverhältnissmässig mehr als bei den Pflanzen. Deshalb haben letztere auch in der Mehrzahl eine bei weitem dichtere Consistenz und faulen weit langsamer. — Was die Mischungsbestandtheile betrifft, so bestehen die Pflanzen meist aus ternären Verbindungen (Sauerstoff, Kohlen- und Wasserstoff) und Kohlenstoff bildet ihre Hauptgrundlage, gleichsam ihr Skelet (deshalb auch *Phytogenium*, vegetabilisches Bildungselement, genannt), während bei den Thieren hauptsächlich quaternäre Verbindungen und Stickstoff *(Zoogenium)* als Basis thierischer Bildungen angetroffen werden. — Nach den Geweben und Organen der Pflanzen und Thiere lassen sich folgende, doch nicht wesentliche und ganz durchführbare Unterschiede angeben: Der pflanzliche Körper hat im Durchschnitte einen bei weitem einfacheren inneren Bau als der thierische; mag auch die äussere Gestalt der Pflanzen noch so verschieden sein, so sind doch die innern Theile ungemein gleichförmig gebaut und einander hinsichtlich der Function ähnlich, während im Thierkörper verschieden gebaute und fungirende Organe befindlich sind. Das in den Pflanzen am meisten verbreitete und alleinige Grundgewebe, welches die Masse sämmtlicher Organe bildet und dem Innern der Pflanze eine gewisse Einförmigkeit gibt, die ihren einfacheren Lebensäusserungen entspricht, das Zellgewebe, hat hier eine eckige Form und besteht nur aus geschlossenen Zellen, während das thierische Zellgewebe mehr kugelförmig und nur da, wo es Fett enthält (Fettzellgewebe), geschlossen ist. Während die meisten Organe der Thiere im Innern verborgen sind und so vor äusseren Anfällen gesicherter, befinden sich bei der Pflanze alle Apparate nach aussen angelagert.

Auch hierin machen die untersten Thiere (wie die See-Anemonen) und manche Pflanzen (z. B. die Feige) eine Ausnahme. Den **Thieren** kommt eine **einfache Oeffnung** (Mund) zu, selten eine mehrfache, durch welche sie Nahrungsmittel einnehmen; die Pflanzen dagegen, an den Boden geheftet, haben zu diesem Zwecke unzählige Oeffnungen. Bei den Thieren leitet der einfache Mund, welcher meist mit einer Erweiterung und Verengerung (eine Art Schlingwerkzeuge) versehen ist, zu einer Leibeshöhle (Magen- und Darmkanal), wo die eingeführten Nahrungsmittel erst aufgelöst und assimilirt werden müssen, und in deren Wänden bei den höhern Thieren die einsaugenden Gefässe (innere Wurzeln *Boerhaaves*) wurzeln. — Die **Gestalt**, obschon bei Pflanzen und Thieren höchst mannichfaltig, nähert sich aber doch bei erstern viel weniger deutlich der Kugelform, als bei den Thieren. Die Pflanzen entwickeln sich mehr zu lang gestreckten und ästig gebildeten Formen und oft kolossalen Gestalten; die Thiere sind dagegen im Allgemeinen mehr gedrungene, abgerundete Massen. Einzelne Thiergattungen nähern sich allerdings dem ästigen Baue der Pflanzen (wie die Polypen, Strahlenthiere).

a. Mischungsbestandtheile der Pflanzen.

Die **organische** Substanz der Pflanzen bildet 2 Reihen, die der stickstofffreien und der stickstoffhaltigen Verbindungen; die erstere trennt sich in 3 Gruppen und enthält solche Pflanzen, bei denen neben dem Kohlenstoffe noch Sauer- und Wasserstoff in dem Verhältnisse, wie sie Wasser bilden, vorhanden sind (die Gruppe der Dextrine); solche, in denen Sauerstoff im Ueberschuss sich findet (die Gruppe der Pflanzensäuren), und solche, in denen derselbe in zu geringer Menge oder gar nicht vorhanden ist (die Gruppe der Fette). Die zweite Reihe (die der Proteinverbindungen) enthält gewöhnlich neben den 4 Elementen noch Schwefel und Phosphor.

Unorganische Bestandtheile der Pflanzen. Die bis jetzt aufgefundenen chemischen Elemente sind folgende 18: Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff, Chlor, Jod, Brom, Schwefel, Phosphor, Silicium, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Eisen, Mangan, Kupfer.

Kohlenstoff, welcher nirgends in der Pflanze frei vorkommt, bildet die feste Grundlage derselben; bei vorsichtigem Verkohlen kann man alle Stoffe bis auf den Kohlenstoff vertreiben, und man behält beinahe die ganze Textur der Pflanze unverändert; auch bei der freiwilligen Zersetzung der Pflanze bleibt er am längsten unversehrt (wie die Braun- und Steinkohlen zeigen). — **Wasser- und Sauerstoff** bilden mit dem Kohlenstoff die meisten nähern Bestandtheile der Vegetabilien und häufig, besonders in den wichtigern Stoffen, in dem Verhältniss verbunden, wie sie Wasser bilden. Sauerstoff kommt auch frei in Flüssigkeiten gelöst in der Pflanze vor; auch Wasserstoff in den Pilzen. — **Stickstoff** in Verbindung mit den vorigen bildet einige wichtige Substanzen. Ob er frei vorkommt, in den Pilzen, ist noch unausgemacht. — **Chlor, Jod und Brom** kommen wohl nur als Salzbilder in der Pflanze vor; ersteres besonders in Strand- und Steppenpflanzen, die letztern nur in den Meerpflanzen. — **Schwefel und Phosphor** finden sich in den meisten Pflanzen als Schwefel- und Phosphorsäure (letztere besonders in den Samenhüllen der Gräser); beide auch in Verbindung mit Protein als constituirende Bestandtheile des Eiweisses, Caseins u. s. w. — **Silicium** kommt fast in allen Pflanzen als Kieselerde vor (besonders in der Rinde und Oberhaut der grössern Gräser, der rohrartigen Palmen und der Schachthalme). — Alle übrigen Stoffe kommen nur als Oxyde mit Säuren verbunden in den Pflanzen vor. — Uebrigens ist man allgemein der Ansicht, dass alle einfachen Stoffe, welche in der Pflanze vorkommen, von aussen her aufgenommen worden sind.

Die **binären Verbindungen** der genannten Elemente sind: **Sauerstoffverbindungen:** Wasser (der unentbehrlichste Bestandtheil), Kohlensäure (mit dem Wasser die Hauptnahrung und häufig frei im Safte aufgelöst, bei Nacht fast in jeder Pflanze, bei Tage auch in reifenden Früchten), **Oxalsäure** (in allen Pflanzen, in manchen auch frei, durch die chemischen Pro-

cesse erzeugt, meist an Kali oder Kalk gebunden), und die andern Sauerstoffsäuren, sowie die Oxyde der genannten Metalle. — **Wasserstoffverbindungen:** Ammoniak (wahrscheinlich für alle in der Pflanze vorkommenden Stickstoffverbindungen die Quelle des Stickstoffs; frei wohl nur in den noch nicht assimilirten Säften), Chlor-, Jod- und Bromwasserstoffsäuren. — Die verschiedenen Säuren und Oxyde treten zu Salzen zusammen, von denen sehr viele in den Pflanzen gefunden werden, theils in den Säften aufgelöst (die Alkalisalze), theils auskrystallisirt (Erdsalze). Die meisten Salze trifft man in den lebhafter vegetirenden grünen Theilen, Blättern u. s. w., weniger im Holze. Eine bestimmte Quantität dieser Salze scheint für das Leben der Pflanze unentbehrlich. Die wichtigsten sind die Alkalien und Erden mit Pflanzensäuren; am allgemeinsten verbreitet ist der oxalsaure Kalk, der in keiner Pflanze zu fehlen scheint und in manchen in ungeheurer Menge vorkommt; nach ihm findet sich der kohlensaure Kalk, und zwar als Kalkspath, am häufigsten vor. — Die pflanzensauren Salze der Alkalien und alkalischen Erden, welche in der Asche als kohlensaure Salze gefunden werden, scheinen für jede Pflanzenspecies eine bestimmte Quantität der Basis in Anspruch zu nehmen, so nämlich, dass die Sauerstoffmenge aller Basen, die mit Pflanzensäuren verbunden sind, sich sets gleich bleibt. Es ist wahrscheinlich, dass die Pflanzen in ihrem regelmässigen Vegetationsprocesse eine bestimmte Quantität Pflanzensäuren bilden, die fernerhin störend auf ihre Vegetation einwirken würden, wenn sie dieselben nicht durch Basen, soweit wie nöthig ist, neutralisiren könnten.

Organische Bestandtheile der Pflanzen (vegetabilische Stoffe). Es sind: Pflanzenfaserstoff, Amylon, Zucker, Gummi, Fette, Alkaloide, Schleim, Gallerte, Proteinverbindungen, Harze und Farbstoffe. Einige dieser Stoffe sind zur Entstehung und Ausbildung der Pflanzen, überhaupt zum Leben derselben, unentbehrlich, andere sind Secretionsstoffe und weniger nöthig. Von organischen Säuren finden sich im Pflanzenreiche hauptsächlich **Weinsteinsäure** (Weinsäure, *acid. tartaricum*), **Citronensäure** *(acid. citricum)* und **Apfelsäure** *(acid malicum)*. Sie treten theils einander folgend, theils einzeln in fast allen saftigen, säuerlichen Früchten, und überhaupt in säuerlichen Pflanzensäften auf. *Liebig* glaubt die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass bei Gegenwart von Alkalien das kohlensaure Wasser in Oxalsäurehydrat, dieses in Weinsteinsäure, Apfelsäure und endlich in Zucker und Dextrin übergeführt werde, dass also die Pflanzensäuren gleichsam Mittelglieder zwischen den unorganischen und organischen Stoffen seien.

Zucker kommt weit verbreitet in der Pflanzenwelt vor und zeigt sich besonders da, wo Stärkemehl gebildet oder aufgelöst werden soll (unreife Hülsenfrüchte und Cerealien). In grosser Menge und längere Zeit bleibend findet er sich in den Stengeln der Gräser, in fleischigen Wurzeln und in saftigen Früchten. Er ist in den Pflanzen immer aufgelöst enthalten, und nur wenn er ausgeschieden wird, kommt er, doch selten, auch krystallisirt vor. — Der Zucker ist eine stickstofflose Substanz und wird durch Salpetersäure in Oxalsäure und Pseudoapfelsäure verwandelt. Man kennt folgende Zuckerarten: **Rohrzucker** (vorzüglich im Zuckerrohr), **Krümelzucker** (in vielen süssen Früchten, bildet sich auch durch Behandlung von Stärkemehl, Holzfaser u. dergl. mit verdünnter Schwefelsäure, oder aus Stärkemehl und Malz oder Diastase), **Schleim- oder Fruchtzucker** (nicht krystallisirbare, gährungsfähige Syrupe, entweder Educte aus Pflanzensäften oder durch Kochen und Schmelzen anderer Zuckerarten gebildet), **Schwammzucker** (in vielen Schwämmen), **Mannazucker** (aus der Manna, scheint sich auch durch einen eigenthümlichen Gährungsprocess aus rohrzuckerhaltigen Pflanzensäften bilden zu können), **Wurzelsüss**, *Glycyrrhicin* (aus der Süssholzwurzel). — Einige dieser Zuckerarten (Rohr-, Krümel-, Schleim- und Schwammzucker) gehen, mit Hefe oder andern stickstoffhaltigen Materien versetzt, in Gährung über und liefern Alkohol; andere nicht (Mannazucker und Wurzelsüss).

Gummi findet sich fast in allen Pflanzen (besonders aber in den Mimosen und Cycadeen), jedoch nicht überall von völlig gleichen Eigenschaften; es kommt nur im aufgelösten Zustande im Innern der Zellen oder als Secret in grossen Gummigängen, nicht selten mit Pflanzengallerte gemischt und häufig durch fremdartige Substanzen gelb oder braun gefärbt vor. Das Gummi, ein stickstoffloser Stoff, ist fest, im reinen Zustande wasserhell, im trocknen glasartig spröde, ohne Spur von Krystallisation, leicht pulverisirbar, geruchlos, von schwachem, schleimigem Geschmacke, leicht löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol, Aether und Oelen. Man hat folgende Gummiarten angenommen: **Acacin** oder **Arabin** (im *gummi arabicum*), **Cerasin** (vom *prunus*) und **Bassorin** (vorzüglich im Traganthgummi, Althäawurzel, Salepwurzel, Leinsamen u. s. w.) Das Bassorin (**Pflanzenschleim**) wird von Manchen nicht zu den Gummiarten gerechnet,

sondern als Uebergangsstufe zum Dextrin und Amylon angesehen. Es findet sich theils in den Zellenwänden, theils als Zelleninhalt, besonders aber in den Knollen der Orchideen und in den Cacteen. — Das **Dextrin**, **Stärkemehlgummi**, ist dem Amylon, sowie den Gummiarten isomer, und bildet sich sehr leicht bei der Behandlung von Stärke oder Pflanzenfaser mit verdünnter Schwefelsäure, oder durch Digestion von Stärke mit Wasser und Malz oder Diastase bei 70°. Es stimmt in seinen allgemeinen Eigenschaften völlig mit den natürlichen Gummiarten überein.

Pectin, **Pflanzengallerte** (mit der Pectinsäure?) findet sich im Safte von Birnen, Aepfeln und mehrern andern saftigen Früchten. Sie bildet vielleicht eine Uebergangsstufe von den Pflanzensäuren zu den indifferenten Stoffen, und stellt einen stickstofflosen, anfangs gallertartigen durchsichtigen Körper dar.

Stärkemehl, **Amylum**, **Amidon**, ist einer der am weitesten im Pflanzenreiche verbreiteten (stickstofflosen) Stoffe; er findet sich in den Samen aller Kotyledonengewächse, in vielen Wurzeln, im Stamme mehrerer Monokotyledonen und in einigen Flechtenarten. Man unterscheidet mehrere Arten von Stärkemehl, nämlich: das **gewöhnliche Stärkemehl** (aus den Samen der Getreidearten, aus den Kartoffeln, aus dem Marke der Sagopalme und einigen Wurzeln), das **Alantstärkemehl**, **Inulin** (in vielen fleischigen Wurzeln), und das **Flechtenstärkemehl**, **Lichenin** (in mehrern Flechtenarten). Unter dem Mikroskope stellt sich das Amylon in Gestalt kleiner, weisser, rundlicher (oder auch länglicher, flachgedrückt linsenförmiger, platt-scheibenförmiger, stabförmiger und selbst völlig unregelmässiger) Körperchen (einfacher oder zusammengesetzter) dar, welche, äusserlich von einer festen Hülle umgeben, innerlich aus mehr oder weniger dichten Lagen und einer Höhle bestehen. So wie die Schichtenbildung bald deutlich, bald undeutlich, so verhält sich dies auch mit der Höhle im Innern, welche bald central, bald excentrisch, bald kleiner rundlicher, bald länglicher, bald sternförmig aufgerissen. Die Amylonkörnchen (welche von Jod blau gefärbt werden und sich im heissen Wasser bis auf die Hüllen auflösen, beim Erkalten aber als Kleister wieder ausscheiden) sind in verschiedenen Pflanzen von verschiedener Grösse und Gestalt, ja charakteristisch für die verschiedenen Geschlechter und Familien der Pflanzen. Ist Stärke längere Zeit mit Wasser in Berührung, so erzeugt sich Milchsäure; durch Wasser und Diastase wird Amylon bei erhöhter Temperatur in Stärkemehlgummi (Dextrin) oder Krümelzucker verwandelt; mit concentrirter Salpetersäure gibt sie Xyloidin.

Pflanzenfaserstoff, **Zellstoff** (Holzfaser, Cellulose, Sclerogen) findet sich fast in allen Pflanzen und in allen Theilen derselben, da er das Skelet derselben ausmacht; in grösster Menge ist er im Holze und in holzigen Theilen aufgehäuft. Einige glauben, dass sich an den ursprünglichen, die Zellen bildenden Stoff (**Cellulose**), später bei der Verholzung ein anderer Stoff anlege und diesen gleichsam überziehe (**incrustirender Stoff**); letzterer, die eigentliche Holzsubstanz (**Lignin**) ist durch seine Zusammensetzung von ersterer verschieden. Der vegetabilische Faserstoff ist eine stickstofflose, ziemlich zähe, biegsame und elastische, schwammartige, durchsichtige und völlig unlösliche Substanz, welche durch Schwefelsäure, wie durch Diastase in Dextrin verwandelt werden kann. — In den Verdickungsschichten der primären Zellenmembran und in dieser selbst nur aufgelöst, findet sich vielleicht das **Amyloid**. — Das stickstoffhaltige **Fibroin** erhält man durch Auskochen von Seide oder Herbstfäden mit Wasser und starker Essigsäure.

Proteinverbindungen: **Albumin**, **Eiweissstoff** (s. S. 47), findet sich (auch coagulirt) in vielen Pflanzensäften und Pflanzensamen, besonders in allen Gemüsepflanzen. Es gleicht in seiner Zusammensetzung fast ganz dem thierischen Faserstoff. — Das **Pflanzenfibrin** ist in seiner Zusammensetzung von der des Pflanzenalbumins nicht verschieden und hat auch wegen seiner klebenden Eigenschaft den Namen **Kleber** erhalten. — **Pflanzenleim**, **Phytocolla**, **Glutin**, **Gliadin**, kommt vorzüglich in den Samen der Getreidearten vor. — **Legumin**, in den Hülsenfrüchten, besonders in den Erbsen und Bohnen, steht dem Casein sehr nahe. *Liebig* hält Pflanzenleim und Legumin für identisch mit dem thierischen Casein, das Pflanzeneiweiss für identisch mit dem thierischen Fibrin. — **Emulsin** (**Synaptas**), welches die merkwürdige Eigenschaft besitzt, Amygdalin in Blausäure, Zucker und Bittermandelöl zu zerlegen, und **Diastase** (**Mucin**), welches sich beim Keimen der Getreidesamen bildet und Stärkemehl in Dextrin und Krümelzucker verwandelt, hält *Liebig* für Umwandlungsproducte oder in Umwandlung begriffene Proteinverbindungen.

Fette. Sie sind sehr verbreitet in den Vegetabilien, und vertreten nicht selten die Stelle des Stärkemehles; sie finden sich in den Säften der Früchte und Wurzeln, ja es existirt vielleicht keine Pflanze und kein Pflanzentheil, die nicht geringe Mengen davon enthielten. Die verbreitetsten neutralen Fette in der Pflanzenwelt sind das flüssigere Elain und das festere Margarin; beide in verschiedenen Verhältnissen gemischt bilden die verschiedenen in den Pflanzen vorkommenden Fettarten. — Die **fetten Oele** finden sich sehr häufig in den Samen, vorzüglich in den Samenlappen, zuweilen auch in dem sie umhüllenden Fleisch, häufig auch in Fruchtkernen, selten in andern Pflanzentheilen. Eintrocknende Oele sind von den gewöhnlicher vorkommenden: Lein-, Wallnuss-, Hanf-, Mohn-, Ricinus-, Croton-, Tollkirsch- und Tabak-Oel; von den nicht eintrocknenden: Mandel-, Oliven- und Rüböl. Butterartige, den letztern Oelen ähnliche Fette sind: Cacaobutter, Palmöl, Muskatbutter, Lorbeeröl. — Das **Wachs** (nicht eine einfache Substanz, sondern ein Gemeng mehrerer Stoffe, die in verschiedenen Arten in verschiedener Proportion gemengt sind, wie: Cerin, Myricin und Cerainsäure) ist sehr weit in der Pflanzenwelt verbreitet, denn es scheint überall die Grundlage des Blattgrüns abzugeben, auch kommt es als Zelleninhalt vor und hilft den Ueberzug bei allen sogenannten bereiften Pflanzen bilden. Die Bienen erzeugen es aus Zucker; in den Pflanzen scheint es aus Stärke hervorgehen zu können. Es unterscheidet sich von den Fetten durch seine Sprödigkeit und völlige Unlöslichkeit in kaltem Alkohol.

Aetherische und flüchtige Oele finden sich in den Vegetabilien (oft mit Harzen verbunden) bald durch die ganze Pflanze verbreitet, bald nur in einzelnen Theilen

derselben; in einer Pflanze kommen bisweilen sogar in verschiedenen Theilen verschiedene flüchtige Oele vor. Sie lassen sich in 2 Substanzen zerlegen, in Stearopten und Eläopten; ihrer Zusammensetzung nach gibt es sauerstofffreie (Terpenthin-, Citronen-, Apfelsinen-, Wachholderbeer-, Copaivbalsam-, Nelken- und Baldrian-Oel), sauerstoffhaltige (die meisten Oele) und schwefelhaltige (Meerrettig-, Senf-, Knoblauch- und Löffelkraut-Oel).

Pflanzenfarbstoffe: *a.* Grüne Farbstoffe: 1) Das Blattgrün, Chlorophyll, findet sich in allen im Licht wachsenden Pflanzen (einen Theil der Algen, Flechten, Pilze und der ächten Parasiten ausgenommen), vorzüglich in den Blättern; es überzieht entweder die Zellenwände gleichförmig oder in spiraligen Bändern oder den körnigen Inhalt der Zelle. Das Wachs ist der Träger des Chlorophylls (welches eine stickstoffhaltige Substanz ist). 2) Saft- oder Blasengrün aus den reifen Beeren von *rhamnus catharticus*. — *b.* Rothe Farbstoffe: Färberröthe (Krapp, in der Wurzel der *rubia tinctorum*); Alkanna (in der Wurzel von *anchusa tinctoria*); Safflor (in den Blumenblättern von *carthamus tinctorius*); Campechen- (Blau-), Fernambuk- (Brasilien-) und Sandel-Holz; Orseille (aus mehrern grünen Flechten). — *c.* Gelbe Farbstoffe: Wau (aus den Stengeln und Blättern von *reseda luteola*); Gelbholz (von *morus tinctoria*); Quercitron (von *quercus nigra*); Purree; Curcuma; Saffran; Orleans. — *d.* Blaue Farbstoffe: Lackmus und Indigo.

Harze *(resinae)* fliessen zum Theil freiwillig aus der Rinde der Bäume, theils durch künstlich gemachte Einschnitte hervor, meist verbunden mit ätherischem Oele. Es existiren: flüssige Harze oder Balsame (Terpenthin, Copaiv-, Mecca-, Peru-, Tolu-Balsam, flüssiger Storax); harte Harze (Fichtenharz, Copal, Gummilack, Guajakharz, Elemie, Drachenblut, Mastix, Dammar, Sandarach, Benzoe, Bernstein, Asphalt); Schleimharze (Milchsäfte der Pflanzen, *gummi resina:* Ammoniakgummi, Stinkasant, Euphorbium, Galbanum, Gummigutt, Myrrha, Weihrauch, Scammonium). — Vogelleim oder Viscin (aus den Beeren von *viscum album*) scheint durch Auflösung vorhandener Zellen (Zellstoff) zu entstehen; und Kaoutschouk (aus den Urticeen, Euphorbiaceen und Apocyneen) gehört zu den Excretionsstoffen und findet sich daher nur in den Milchsäften der Pflanzen (besonders in *Siphonia elastica*), in Gestalt kleiner Kügelchen, emulsionartig vertheilt. Das Kaoutschouk scheint zum Viscin fast in demselben Verhältnisse zu stehen, wie Gummi zum Pectin.

Gerbstoff (Gerbsäure, *acidum tannicum*, Tannin, Tannigenium) kommt in den meisten Pflanzen (besonders Phanerogamen und Farrenkräutern) in grösserer oder geringerer Menge vor, scheint in verschiedenen Pflanzen sehr verschieden modificirt zu sein, und mehr in Zellen mit geringen Vitalitätserscheinungen aufzutreten (z. B. im Holze, Borke, früh absterbenden Excrescenzen und Blättern), vielleicht das Product des beginnenden Zersetzungsprocesses des Zellstoffs zu sein. Der Gerbstoff röthet Lackmus, schmeckt zusammenziehend, fällt Leim und Eiweiss aus ihren Lösungen, und wandelt thierischen Leim (Haut) in Leder um.

Alkaloide, organische Salzbasen oder Pflanzenbasen, sind immer an Säuren (an Apfel-, Milch-, Gerbsäure oder an eine der Pflanze eigenthümliche Säure) gebunden und stellen mit kleinen Quantitäten derselben Salze (meist neutrale oder saure) dar, die in Wasser löslich und grösstentheils krystallisirbar sind. Die Alkaloide selbst sind ebenfalls krystallisirbar, einige pulverförmig oder gummiartig (Veratrin, Emetin), wenige tropfbarflüssig (Nicotin, Coniin); sie haben einen sehr bittern oder scharfen Geschmack, nur wenige Geruch, sämmtlich enthalten sie Stickstoff, viel Kohlen- und Wasserstoff, wenig oder keinen Sauerstoff. *Liebig* äussert sich über die Alkaloide so: viele Pflanzen scheinen die Fähigkeit zu haben, wenn es ihnen zur Sättigung einer Base an unorganischen Säuren, oder umgekehrt zur Sättigung letzterer an unorganischen Basen fehlt, organische Säuren und Basen zu diesem Zwecke zu bilden. — Die Alkaloide stammen sämmtlich von sehr wirksamen Pflanzen, und diese letzteren verdanken ihnen vorzugsweise oder auch ausschliesslich ihre Wirksamkeit. Die Wirkung ist in diesen Stoffen ausserordentlich concentrirt und deshalb sind kleine Gaben von denselben oft schon giftig. Viele derselben gehören den wirksamsten Arzneimitteln an und werden besonders deshalb gern als solche gebraucht, weil sie hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Wirkung sich stets gleich bleiben, weil sie der Verderbniss weniger unterworfen sind, als andere Arzneistoffe, und weil sie, da ihre Wirksamkeit sehr concentrirt ist, in kleinen Dosen gereicht werden können. Wir besitzen bis jetzt: Alkaloide des Opiums (Morphium, Narcotin, Codein), von Strychnos (Strychnin und Brucin), von der Chinarinde (Chinin und Cinchonin), von Veratrum (Veratrin, Sabadillin, Jervin), von Ipecacuanha (Emetin), von Solanum (Solanin); flüchtige Alkaloide: Nicotin, Daturin, Atropin, Hyoscyamin, Coniin.

Indifferente krystallisirbare Stoffe, welche bis jetzt in den verschiedenen Pflanzen gefunden worden, sind: Anemonin, Coffein, Theein, Theobromin, Piperin, Prucedonin, Imperatorin, Cubebin, Parilin, Narcein, Mekonin, Salicin, Cnicin, Populin, Phlorrhizin, Limon, Orcin, Athamantin, Asparagin, Amygdalin, Gaultherin.

Schleiden spricht sich über die nähern Bestandtheile der Pflanzen dahin aus: Die vier Elemente Kohlen-, Sauer-, Wasser- und Stickstoff treten zu vielen organischen oder vegetabilischen Bestandtheilen zusammen, die aber offenbar für das Leben der Pflanze in seiner einfachsten Form einen sehr verschiedenen Werth haben. Zunächst finden wir eine Reihe von Stoffen, welche für die Entstehung und Ausbildung der einzelnen Zellen unerlässlich nöthig erscheinen (d. s. assimilirte Stoffe im engern Sinne). Einige von diesen sind die Stoffe, aus denen die Zellenmembran selbst besteht oder die der Bildung derselben nothwendig vorher-

gehen und nur Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff enthalten. Es sind: Zellstoff, Amyloid, Gallerte, Stärkemehl, Gummi, Zucker, Inulin und fette Oele. Andere Stoffe treten zwar weder selbst als Zellenwände auf, noch bildet sich aus ihnen der Stoff der Zellenwände, gleichwohl ist ihre Gegenwart auch für den einfachsten Vegetationsprocess nothwendig. Sie finden sich innerhalb der Zellen und bestehen aus Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff, zuweilen mit Phosphor und Schwefel. *Schleiden* nennt sie mit einem Collectivnamen Schleim, die Chemiker geben ihnen verschiedene Namen, z. B. Eiweissstoff, Kleber, Gliadin, Zymom, Leim, Diastase, Legumin u. s. w. Die neuere Chemie (*Mulder*, *Liebig*) hat den gesammten Schleim in 3 Gruppen vertheilt, in Eiweiss (Pflanzenalbumin), Faserstoff (Kleber in Cerealien) und Käsestoff (Legumin in Hülsenfrüchten), die mit den gleichnamigen Stoffen des thierischen Körpers (welcher sie aber nicht bilden kann, sondern fertig aus der Nahrung aufnehmen muss) identisch sind. *Dumas* fügte als vierte Gruppe noch den Leim hinzu, welcher Antheil an der Zusammensetzung des Klebers haben soll. Nach *Mulder* liegt allen diesen Stoffen das Protein zu Grunde, in Verbindung mit Schwefel und Phosphor. Auffallend ist ihre constante Verbindung mit Alkalien und Erden, besonders phosphorsauren Salzen, im pflanzlichen und thierischen Organismus. — Mit Hülfe des Schleimes scheinen jene Stoffe, welche zur Bildung der Zellenmembran beitragen, leicht in einander übergehen zu können (durch katalytische Kraft, Contactwirkung; s. S. 24). Stufenweis durchlaufen sie wohl alle Formen vom löslichsten, dem Zucker, bis zum unlöslichsten, dem Membranenstoff. Wir kennen bis jetzt mit Sicherheit den Uebergang von Zellstoff in Stärke, von Stärke in Dextrin, von Dextrin und Rohrzucker in Traubenzucker, von Traubenzucker in Gummi. Mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen wir auf einen Uebergang von Zucker in Dextrin, von Dextrin in Stärke, Amyloid, Zellstoff, Gallerte, von Wachs in Zucker, von Zucker und Stärke in Wachs, von Stärke in fette Oele, von Fetten in Zucker und Dextrin. In diesen Umwandlungen gleich oder sehr ähnlich zusammengesetzter Stoffe (denen vielleicht ein eigenthümlicher Grundstoff gemeinschaftlich ist) durch blosse Aufnahme oder Ausscheidung von Wasser oder Sauerstoff beruht die hauptsächlichste Grundlage des vegetabilischen Stoffwechsels, der Bildung und Umbildung der Elementarorgane und somit eines der wesentlichsten Theile des Pflanzenlebens.

Von den übrigen in den Pflanzen vorkommenden Bestandtheilen, die eine sehr allgemeine Verbreitung haben und in einer nähern Beziehung zum allgemeinen Vegetationsprocesse zu stehen scheinen, sind anzuführen: das Blattgrün und die andern Farbstoffe, die Apfel-, Citronen- und Weinsteinsäure, der Gerbstoff, das Viscin und Kaoutschouk, Humus. — Ausserdem finden sich auch noch eine zahllose Menge von Stoffen in den Pflanzen, die vielleicht zum geringsten Theile bis jetzt bekannt sind und auf das Leben der Pflanze im Allgemeinen von sehr geringem Einfluss zu sein scheinen. Hierher gehören: die Pflanzenalkaloide, die meisten Pflanzensäuren, die Harze, ätherischen Oele, Farbstoffe u. s. w. Viele sind als Secretionsstoffe anzusehen, denn sie kommen nur in eigenen Höhlen (Secretionsbehältern) oder in den sogenannten Milchsaftgefässen, niemals in der Pflanzenzelle vor. Manche derselben liegen todt in den Zellen, andere können ganz fehlen oder durch andere ersetzt werden, ohne dass die Vegetation der Pflanze im geringsten darunter leidet.

b. Formbestandtheile der Pflanzen.

Wie verschieden auch die Formbestandtheile bei den Pflanzen und Thieren erscheinen, so geht ihrer Bildung doch stets die Zellenbildung voraus, und es erfolgt demnach im Pflanzen- wie im Thierreiche die Bildung der Gewebe nach ein und demselben Typus, ein Factum, dessen Kenntniss durch die Entdeckungen von *Schleiden* und *Schwann*

gewonnen worden ist. Nach dem erstern bilden sich bei den Pflanzen Zellen nur in einer Flüssigkeit (Cytoblastem), welche Zucker, Dextrin (Gummi?) und Schleim (also stickstofflose und stickstoffhaltige Substanz; fettige und eiweissige) enthält; und zwar bilden sie sich auf doppelte Art: 1) die Schleimtheile ziehen sich zu einem mehr oder weniger rundlichen Körper (Zellenkern, *Cytoblastus*) zusammen, und verwandeln an ihrer ganzen Oberfläche einen Theil der Flüssigkeit in Gallerte, einen relativ unlöslichen Stoff; so entsteht eine geschlossene Gallertblase, in diese dringt die äussere Flüssigkeit ein und dehnt sie aus, so dass der Cytoblast auf einer Seite frei wird, an der andern der innern Wandung ankleben bleibt. Er bildet dann eine neue Schicht an seiner freien Seite und wird so in eine Duplicatur der Wandung eingeschlossen, oder er bleibt frei und wird dann meist aufgelöst und verschwindet. Während der allmäligen Ausdehnung der Blase wird dann in der Regel die Gallerte der Wandung in Zellstoff (in eine dünnere oder dichtere Membran) verwandelt und die Bildung der Zelle ist vollendet. 2) Der gesammte Inhalt einer Zelle theilt sich in 2 oder mehr Theile, und um jeden bildet sich sogleich eine zarte Gallertmembran; so sind mehrere Zellen (Tochterzellen) fertig, die dann eben die Zelle, in der sie entstanden (Mutterzelle) von vorn herein genau ausfüllen.

Der Cytoblast enthält nicht selten mehrere scharf gezeichnete Körperchen (Kernkörperchen, *nucleoli*) in seinem Innern, welche dadurch in den Kern gelangten, dass sich im Cytoblastem unter den kleinen Schleimkörnchen zuerst einzelne grössere bildeten (d. s. die *nucleoli*), um welche herum sich dann die kleinern anhäuften, zusammenflossen und so den Zellenkern darstellten. Uebrigens variirt der Cytoblast nach den verschiedenen Pflanzen und Alterszuständen sehr bedeutend: in der Farbe vom fast Wasserhellen bis zum Dunkelgraugelb (von Jodine hellgelb bis dunkelbraun sich färbend), in der Consistenz vom Schleimig-Granulösen bis zum Festen, Homogenen, nach der Zahl der Kernkörperchen von 1 bis 3, (nach der Form derselben von gänzlichem Mangel durch ein einfaches Kügelchen bis zum hohlen Kügelchen); in seiner Form vom Kugligen zum Flachlinsenförmigen und zur eiförmigen Scheibe, in seiner absoluten Grösse von 0,00009 bis 0,0022 P. Z. Dm., in seiner relativen Grösse von einem Verhältniss, wo er die ihn umgebende Zelle fast ganz ausfüllt, bis da, wo er noch den fünfhundertsten Theil der innern Fläche der Zellenwand einnimmt, hinsichtlich seiner Befestigung an der Zellenwand vom losen Ankleben zur festen Verwachsung und zum völligen Eingeschlossensein in eine Duplicatur der Zellenwand. Hinsichtlich der Lage in der Zelle ist der Cytoblast entweder ein wandständiger oder ein centraler; letzterer wird später hohl und kann sich auch durch Theilung vermehren. Was die chemische Beschaffenheit des Cytoblasten betrifft, so beweisen die Untersuchungen, dass derselbe ein stickstoffhaltiger Körper, eine Proteinverbindung und im einfachsten Falle wahrscheinlich reines Protein ist. *Nägeli* lässt die Zellenkerne aus einer Membran und einem Inhalt bestehen, und nennt sie deshalb auch Kernbläschen. — Der stickstoffhaltige, aus Schleim bestehende, Cytoblast scheint die Umwandlung des Gummis und Zuckers in Gallerte und in die übrigen assimilirten Stoffe (s. S. 51), besonders in Zellstoff, zu vermitteln, so dass der ganze Process der Zellenbildung als ein einfacher chemischer Vorgang erscheint. Nur das Zusammenhäufen der Schleimkörnchen zum Cytoblasten ist noch ganz unerklärt.

Jede Pflanzenzelle bildet sich regelmässig kuglig aus; ihre spätern Formen hängen höchst wahrscheinlich von ungleicher Ernährung der einzelnen Theile ihrer Wand und daraus entstehender ungleicher Ausdehnung ab. Man kann hier unterscheiden: 1) Allseitige, oder doch ziemlich allseitige Ernährung. Hierdurch entstehen kuglige oder elliptische Zellen, oder wenn sie sich durch gegenseitigen Druck abplatten, polyedrische Zellen, bei regelmässiger Anordnung dodekaedrische. Ist die allseitige Ausdehnung ungleichförmig, so entwickeln sich einzelne nach allen Seiten in Strahlen auswachsende Protuberanzen, es entstehen morgensternförmige Zellen. 2) Ernährung in den Dimensionen der Fläche. Dadurch entstehen tafelförmige Zellen, oder wenn die Ernährung in der dritten Dimension von einer Seite hinzukommt, planconvexe Zellen; wenn aber die Ernäh-

rung in einer Richtung der Fläche gegen die andere überwiegt, lange, schmale, tafelförmige Zellen (bandförmige). Bei ungleichförmiger Ausdehnung bilden sich strahlige oder sternförmige Zellen. 3) Ernährung nur in einer Richtung, also Ausdehnung in die Länge. Hier bilden sich langgestreckte Zellen vom Cylindrischen oder Prismatischen bis zum Fadenförmigen. — Alle verschiedenen Formen der Zellen, mit Ausnahme der kugligen, elliptischen und fadenförmigen, entstehen nur durch Verbindung mehrerer Zellen unter einander. Für sich bildet sich jede freie Zelle mit gebogenen Flächen aus, alle polyedrischen Gestalten entstehen allein durch gegenseitige Abplattung.

Bis zu einer gewissen Zeit wächst die Zellenmembran in ihrer ganzen Dicke durch Intussusception, aber oft nicht gleichförmig; einzelne Stellen werden stärker ernährt und bilden warzenförmige Hervorragungen auf der äussern oder innern Fläche. — In einigen seltenen Fällen (z. B. bei den Sporen einiger Conferven) bildet die Zelle auf ihrer Aussenfläche, bald die ganze Fläche bedeckend, bald nur an einer einzelnen Stelle, fadenförmige Fortsätze, die, ähnlich den Wimpern auf den Schleimhäuten bei Thieren, eine schwingende (Flimmer-) Bewegung zeigen. — Wenn die Zelle eine bestimmte Ausdehnung erreicht hat, tritt eine wesentliche Veränderung in ihrer Ernährung ein, indem der neu entstandene Zellstoff nicht mehr durch Intussusception die Wand verdickt, sondern als concrete Schicht auf ihre innere Fläche abgelagert wird. Diese Ablagerung ist aber keine continuirliche Membran, sondern geschieht in der Richtung einer (rechts oder links gewundenen) Spirale, als einfache oder mehrfache Spiralfaser oder Spiralband. Dehnt sich die Zelle nach dem Auftreten dieser Verdickungsschicht noch aus, so werden die anfangs dicht auf einander liegenden Windungen von einander gezogen. Je weniger die Zelle sich ausdehnt, desto fester vereinigt sich die Faser mit der Wand. Oft verwachsen schon früh einzelne Windungen der Faser oder einzelne Stellen der Windungen unter einander. Aus allen diesen Momenten gehen sehr mannichfache Configurationen der Zellenwände hervor, die man in 2 Abtheilungen bringen kann, je nachdem die getrennten Fasern deutlich hervortreten (Faserzellen), oder die Fasern so vielfach unter einander verwachsen sind, dass man sie als eine continuirliche Membran mit grössern oder kleinern Spalten besetzt ansehen kann (poröse Zellen). — In der Regel bildet die Ablagerung einer neuen Schicht auf der ganzen Wand der Zelle dieselben Formen, doch kommen auch Fälle vor, wo sich an der einen Seite der Wand die Spiralfasern zu einer homogenen Membran verbinden, während sie an andern Stellen zu Poren spaltenartig auseinander treten (z. B. die sogenannten porösen Gefässe des Holzes), oder wo sie in einem Theile der Zelle zu Ringen umgewandelt werden, während sie in andern Theilen spiralig, netzförmig, oder gar porös bleiben. — Der Process der schichtenweisen Ablagerung wiederholt sich öfter im Leben der Zelle. *a.* In der Regel lagert sich dann jede folgende Schicht auf die vorhergehende genau so ab, wie diese im Augenblicke der Ablagerung ist, also Ring auf Ring, Spirale auf Spirale u. s. f. *b.* In einigen seltenern Fällen richtet sich aber die Ablagerung nach dem Zustande der Zelle, so dass, wenn sich durch Ausdehnung eine weitgewundene Faserzelle gebildet hat, nun der vollendeten Ausdehnung der Zelle gemäss eine poröse Schicht entsteht. Gewöhnlich ist auch die Richtung der Spirale in der folgenden Schicht dieselbe wie in der vorhergehenden, doch scheint es auch vorzukommen, dass sich Schichten, in denen die Spirale entgegengesetzt gewunden ist, einander folgen. — In gar vielen Zellen werden die von den Ablagerungen frei gebliebenen Stellen der ursprünglichen Zellenwand verflüssigt und resorbirt. Es entstehen dann wirkliche Löcher in der Membran. Hierauf beruht der Unterschied zwischen Zellen und Gefässen, indem die letztern nur Zellenreihen sind, deren Höhlungen auf die angegebene Weise in Verbindung gesetzt sind.

c. Gewebe und Organe der Pflanzen.

Die einzelnen, auf die angegebene Weise entstandenen Formen der Zellen gruppiren sich auf mannichfache Weise zu Geweben, die *Schleiden* nach ihrer verschiedenen Zusammensetzung aus verschiedenen oder gleichen Elementartheilen so zusammenstellt: Parenchym, Intercellularsystem, Gefässe, Gefässbündel, Bastgewebe, Bastzellen, Milchsaftgefässe, Filzgewebe, Epidermoidalgewebe.

a. **Parenchym**, die Hauptmasse der Pflanze und ihrer Theile. Dieses ist: unvollkommenes P., wenn die Berührung der einzelnen Zellen unter einander höchst unvollständig ist, und entweder rundliches (aus rundlichen oder elliptischen Zellen bestehend) oder schwammförmiges (mit Zellen, die nach allen Seiten, aber ungleichförmig, ausgedehnt sind und sich nur mit den Enden der Strahlen berühren); — vollkommenes P., wenn die Berührung der Zellen unter einander möglichst vollständig ist; und dann entweder regelmässiges (aus fast lauter polyedrischen Zellen), oder langgestrecktes (mit langen cylindrischen, prismatischen u. s. w. Zellen) und tafelförmiges (mit meist viereckigen tafelförmigen Zellen).

b. **Intercellularsystem.** Da die Berührung der Zellen selten ganz vollständig ist, so bleiben mannichfache Lücken zwischen ihnen, folgender Art: 1) Ursprüngliche, blos durch das nicht vollkommene Zusammenschliessen der Zellen gebildete Lücken: Intercellulargänge (enge, meist dreieckige, um alle Zellen herumlaufende Kanäle), Intercellularräume (grössere unregelmässige Räume zwischen den Zellen). 2) Später entstandene Lücken: Behälter eigenthümlicher Säfte (durch Erguss der Säfte aus den benachbarten Zellen oder Intercellulargängen entstanden), von derben oder zartwandigen Zellen umgeben; Luftbehälter (durch Zerstörung einer Parenchymmasse entstanden), entweder Luftgänge (mit glatten Wänden) oder Luftlücken (mit rauhen, zerrissenen Wänden). — Die Intercellulargänge bilden fast in jedem Parenchym ein eigenthümliches zusammenhängendes System von Kanälen, welche mit den Intercellularräumen und Luftkanälen in Communication stehen.

c. **Gefässe.** Wenn eine Reihe meist langgestreckter Parenchymzellen durch Resorption der ihre Höhlen trennenden Wände in offene Communication tritt, so nennt man eine solche Reihe Gefäss und unterscheidet sie nach der Modification der Zellenwand in spiralige, ringförmige, poröse, netzförmige u. s. w. Das ausgebildete Gefäss führt nur Luft; blos zuweilen dringt im Alter abnormer Weise bildungsfähige Flüssigkeit in dieselbe ein und es entstehen Zellen in der Höhle des Gefässes.

d. **Gefässbündel**, d. i. eine Masse von langgestreckten Zellen, von denen ein Theil in Gefässe umgeändert ist, und die sich mehr oder weniger deutlich von dem umgebenden Parenchym, welches sie in einem längern oder kürzern Zuge durchsetzen, unterscheidet. Sie sind entweder simultane (wenn alle ihre Theile ziemlich zu gleicher Zeit entstanden sind), oder succedane (wenn die einzelnen Theile nach einander entstehen). Die letztern, welche anfänglich ganz aus einem in der Bildung begriffenen, zarten, mit trüber Flüssigkeit gefüllten Zellgewebe (Cambium) bestehen, welches, sowie es innen in gestreckte Zellen und Gefässe übergeht, sich aussen fortbildet, sind wieder: geschlossene (bei denen die Fortbildung nur eine bestimmte kurze Zeit fortdauert) oder ungeschlossene (wo das Cambium nicht früher aufhört sich fortzubilden und das Gefässbündel von innen nach aussen sich zu verdicken, als bis die Pflanze abstirbt).

An den ungeschlossenen Gefässbündeln muss man unterscheiden: 1) das primäre Gefässbündel, wozu Alles zu rechnen ist, was in der ersten Vegetationsperiode (Jahre) entsteht; und das Holz. Nach Vollendung der ersten Vegetationsperiode hört ein Pflanzentheil in der Regel auf, sich in die Länge zu strecken; da aber die vom Cambium neu erzeugten Zellen nichts desto weniger bis zu einer gewissen Länge sich ausdehnen, so müssen sich dieselben von nun an, um Raum zu gewinnen, mit spitzen Enden in einander schieben. Es entsteht statt Parenchyms ein eigenthümliches Zellge-

webe (Prosenchym genannt). Ein Theil desselben behält seine langgestreckte, schmale, oben und unten zugespitzte Form (Holzzellen), dazwischen aber erweitern sich einzelne senkrechte Reihen, oft sehr stark, und ändern sich zu Gefässen um (mit Ausnahme der Coniferen und Cycadeen, wo sich alle Holzzellen ziemlich gleichförmig ausbilden). Von der in jedem Jahre gebildeten Holzportion ist gewöhnlich der im Anfang entstandene Theil aus weiteren dünnwandigen Zellen zusammengesetzt, und enthält mehr Gefässe, später entstehen immer weniger Gefässe, die Zellen werden immer enger und dickwandiger. Bei regelmässigem Vegetationswechsel nach Jahresperioden unterscheidet sich daher der Anfang einer neuen jährlichen Holzportion schon für das blosse Auge mehr oder weniger scharf von dem Ende der vorigjährigen. Daher zeigt sich das Holz auf dem Querschnitte in so viele concentrische Ringe getheilt, als der Stamm Jahre alt ist (d. s. die Jahresringe). — Im Gegensatz zu den Gefässbündeln und seinen Fortbildungsmassen nennt man das Zellgewebe zwischen ihnen, welches gewöhnlich etwas von innen nach aussen gestreckt erscheint, Markstrahlen, und zwar grosse Markstrahlen, wenn sie continuirlich vom Centrum (Mark) bis zur Peripherie (Rinde) reichen, kleine, wenn sie im Holze anfangen oder aufhören.

e. **Bastgewebe**, wird von den Zellen gebildet, die so lang gestreckt sind, dass man sie nicht wohl mehr als über einander liegende Zellenreihen, sondern nur als neben einander liegende Fasern betrachten kann; ihre Wände sind dabei stark, oft zum Verschwinden des Lumens verdickt, ohne in der Regel eine bedeutende Configuration der Verdickungsschichten zu zeigen, dabei aber meist sehr weich und biegsam. Diese Zellen kommen selten einzeln in Mark und Rinde, häufiger in Bündeln (Bastbündeln) in den scheinbaren Nerven flacher, schmaler Blätter, in hervorspringenden Kanten der Stengel und sehr häufig in der Nähe der Gefässbündel an der äussern Seite des Cambiums vor (als Bast).

Bastzellen der Apocyneen und Asclepiadeen, sind eigenthümliche, sehr lange, selten verästelte Zellen mit verdickten Wänden, die sehr feine, oft sich kreuzende Spiralfasern zeigen, deren Lumen an einigen Stellen oft völlig obliterirt, an andern Stellen, wo sie auffallend blasig angeschwollen sind, sehr bedeutend ist, und deren Inhalt ein ächter Milchsaft ist.

f. **Milchsaftgefässe** sind lang gestreckte, häufig vielfach nach allen Richtungen hin verästelte Zellen (?), zuweilen mit dünnen homogenen, oft (im Alter) mit schichtweis verdickten, spiralig gezeichneten Wänden, einen farblosen oder verschiedenfarbigen Milchsaft führend. — Die Milchsaftgefässe treten nach *Schleiden* zuerst als erweiterte Intercellulargänge auf, ohne eigene Haut.

g. **Filzgewebe** besteht aus sehr langen, dünnen, fadenförmigen, vielfach gewundenen und unter einander geschlungenen Zellen. Es ist doppelt: bei den Pilzen als ein ganz weiches und leicht zerfliessliches Gewebe; bei den Flechten als ein dürres, zähes, aus gabelig verästelten Zellen verfilztes Gewebe.

h. **Epidermoidalgewebe** ist im Allgemeinen die äusserste Zellenschicht einer Pflanze, soweit sie durch Form oder Inhalt sich von dem, was sie bedeckt, unterscheiden lässt, und kommt nur bei den höhern Kryptogamen und Phanerogamen vor.

Man muss unterscheiden: 1) die Oberhaut, eine continuirliche Zellenschicht. Sie ist eine 3fache nach den Medien, worin sie sich entwickelt: Epithelium (höchst zartwandige mit homogenem, durchsichtigem, ungefärbtem Safte erfüllte Zellen, die der Fläche nach, ohne Intercellulargänge zu bilden, an einander schliessen); Epiblema (etwas derbwandige, nach aussen abgeplattete, aber sonst nicht sehr flache Zellen ohne nach aussen mündende Intercellulargänge, die sich im Wasser oder in der Erde entwickeln); Epidermis (bestehend aus meistentheils sehr flachen, tafelförmigen Zellen, deren Wände besonders nach der Seite und nach aussen derber zu sein pflegen. Sie schliessen sich überall eng an einander, nur an bestimmten Stellen bleibt bei den meisten Pflanzen ein Intercellulargang, durch den die Intercellulargänge oder -räume des darunter liegenden Parenchyms frei mit der Luft communiciren können. An der innern Mündung dieses Ganges lagern sich 2 halbmondförmige, mit den concaven Seiten einander zugekehrte Parenchymzellen, die je nach ihrer augenblicklichen Turzescenz eine grössere oder kleinere Spalte zwischen sich lassen, oder eng zusammenliegen und so den Gang verschliessen. Diese beiden Zellen sammt dem Intercellulargange nennt man Spaltöffnung). — 2) Die appendiculären Organe, Gebilde aus Zellen, welche alle sich über die Fläche erheben. Hierher gehören: Papillen (blosse Ausdehnungen der äussern Zellenwand, entweder als kleine Hügel, oder als Blasen, oder als scheinbare Haare, sogenannte Wurzelhaare); Haare (aus einer oder mehreren dünnwandigen der Epidermis aufgepflanzten Zellen von sehr verschiedener Form und Anordnung); Borsten (steife, dickwandige, stechende Zellen); Brennhaare (steife, dickwandige entweder in eine Spitze oder in

ein oft zur Seite gebogenes Knöpfchen auslaufende und an der Basis dünnwandigere, keulenförmig angeschwollene, von einer Anzahl warzenförmig über die Epidermis sich erhebender Zellen umschlossene Zellen, die meistens einen ätzenden Saft enthalten); Stacheln (aus mehrern steifen, dickwandigen, festverbundenen Zellen, die eine scharfe Spitze bilden, bestehend); Warzen (aus mehrern derben Zellen halbkuglig oder ähnlich zusammengesetzt). — 3) Korksubstanz. In den Epidermiszellen sammelt sich oft ein grumoser Stoff, aus welchem sich flache, tafelförmige Zellen entwickeln, die Epidermiszellen sprengen und dann zum Theil das bilden, was man Borke, Kork, nennt. — 4) Wurzelhülle. Bei den meisten tropischen Orchideen und einigen Aroideen liegt auf der Epidermis der Wurzeln eine Schicht, welche gewöhnlich ganz aus den zierlichsten Spiralfaserzellen besteht, deren Inhalt nur Luft ist.

Die aufgezählten Pflanzengewebe bilden nun die Organe der Pflanze, d. h. Theile derselben, die sich als anschaulich erfassbare, innerhalb der Sphäre einer Pflanzengruppe constante Abtheilung der Gesammtgestalt ergeben *(Schleiden)*. Es lassen sich nämlich die Organe der Pflanze nicht wie die des Thieres nach physiologischen Merkmalen charakterisiren, da wir gar kein Organ an der Pflanze kennen, in welchem nicht die einzelnen Zellen für sich ihr vollständiges Leben lebten und nur zuweilen so modificirt, dass eine bestimmte Seite dieses Lebens vorzugsweise hervortritt, ohne dass aber die andern völlig unterdrückt wären. Durch welchen lebendigen Theil könnte die Pflanze nicht Nahrung aufnehmen, durch welchen nicht ausscheiden, durch welchen sich nicht fortpflanzen?

Die niedrigsten Pflanzen entwickeln sich aus einer nackten oder umhüllten und doppelten Zelle zu so unbestimmten Gestalten, dass kein allgemeines Merkmal für ihre Theile sich angeben lässt; sie entbehren aller Organe; die Zelle ist die ganze Pflanze und vereinigt alle physiologischen Thätigkeiten in sich. Bei den weniger einfachen Kryptogamen treten allmälig Zellentheile, Zellen oder Zellengruppen von mehr oder weniger bestimmter Form und Anordnung auf, welche vorzugsweise der Bildung neuer Fortpflanzungszellen dienen und daher als Organ betrachtet werden können. [Die einzelne oder mehrfache, sich zum neuen Individuum entwickelnde Zelle nennt *Schleiden* Spore, die als Mutterzelle dieselbe bildende und zunächst umhüllende Zelle Sporenhülle *(sporangium)*, und mehrere in einer bestimmten Form zusammentretende Sporenhüllen nebst dem dieselben umschliessenden besondern Theile der Pflanze eine Sporenfrucht *(sporocarpium)*]. Zuweilen nehmen einzelne Zellen oder Zellengruppen die Form von Fasern oder Scheibchen an, um die Pflanze an ihre Unterlage zu befestigen (Haftorgane, *rhizinae*). Es gehören hierher die Algen, Pilze und Flechten. Bei den Algen, (meist aus sehr wenig entwickelten Zellen bestehend) bilden sich die Sporen (1—4) in der Sporenhülle nach der zweiten Form der Zellenbildung, bei den (hauptsächlich aus Filzgewebe bestehenden) Flechten (8—10 Sporen) nach der ersten Form, bei den Pilzen (aus fadenförmigen Zellen und Filzgewebe bestehend) bilden sich die Sporen nur einzeln in kleinen seitlichen Ausdehnungen der Sporenhülle und schnüren sich mit diesem Stücke ab. — Bei etwas höher organisirten kryptogamistischen Pflanzen tritt neben der Sporenfrucht (Blüthe) noch ein Achsentheil (Stengel und Wurzel) und ein begränzter Seitentheil (Blatt) auf. Die Blätter übernehmen ausschliesslich die Bildung der Fortpflanzungszellen (Sporen oder Pollenkörner); von den Geweben finden sich Gefässbündel, spiralige Verdickungsschichten an den Zellen, Oberhaut mit Spaltbildung vor. — Die Phanerogamisten besitzen sodann ausser Achse und Blättern auch noch eigenthümliche Fortpflanzungsorgane. An ihnen entwickeln sich an bestimmten Stellen der Staubbeutel *(anthera)* und das Pollen (Sporen), die Samenknospe und der Embryosack (s. S. 46); Anthere und Samenknospe werden von bestimmt modificirten Blättern umgeben (Blüthe). Die hier auftretenden Pflanzentheile theilt *Schleiden:* in Wurzelorgane (das Würzelchen, ächte Wurzel und die Nebenwurzeln); Achsenorgane (die Achse, Stengel oder Stamm, der Blüthenboden, Samenträger,

Samenknospe, Same); Blattorgane (das Laubblatt, die Blumendecken, der Staubfaden, das Fruchtblatt, die Frucht); Knospenorgane (Knospe, horizontale Achse, Blüthenstand und Fruchtstand) und Embryonen.

D. **Kräfte** und **Gesetze**, welche in den Pflanzen auftreten. Da wir bis jetzt noch nicht im Stande sind, alle Lebenserscheinungen durch physikalisch-chemische Kräfte zu erklären, so müssen wir leider hier und da noch von organischer, vitaler oder Lebenskraft sprechen. Nach *Schleiden* ist aber so viel gewiss, dass die räthselhaften Eigenheiten in dem physikalischen Process, den man Leben nennt, und welchen man einer besondern Lebenskraft zuschreiben zu müssen glaubt, weil die verwickelten Combinationen der einfachen zu Grunde liegenden Kräfte die Fassungskraft der Menschen übersteigen, zum grössern Theile gerade in der Eigenthümlichkeit des organischen Stoffes begründet sind, welcher durch die geringsten Einwirkungen so modificirt wird, dass er den mit ihm in Berührung kommenden Theilchen ganz neue Eigenschaften entgegenstellt, durch diesen Conflict vielleicht wieder verändert, abermals in anderer Weise auf seine Umgebungen einwirkt u. s. f., wodurch eben ein beständiges Spiel chemischer und physikalischer Thätigkeiten erhalten werden kann und bei gegebenen Anfangscombinationen auch erhalten werden muss. Man betrachte nur die Uebergänge der verschiedenen Pflanzenstoffe in einander (s. S. 54), sowie die Wirkungen der Capillarität, Imbibition und Enosmose (s. S. 31) innerhalb der Pflanzen.

a. Leben der Pflanzenzelle.

1. Aufnahme fremder Stoffe. Da die membranöse Hülle der Pflanzenzelle für alle Flüssigkeiten (Auflösungen) permeabel ist, ihre Höhle aber in Folge der beständig in ihr vorgehenden chemischen Processe stets eine dichtere Flüssigkeit als Wasser oder höchst diluirte Salzlösungen enthält, und zwar meist eine solche, welche, wie Gummi- und Zuckerlösung, eine grosse Verwandtschaft zum Wasser hat, so wird dieses nach den Gesetzen der Enosmose mit einer gewissen Kraft in die Höhle hineingezogen, wogegen nur wenig von dieser concentrirten Flüssigkeit austritt (Exosmose). Im Wasser gelöst dringen nun aber in die Pflanzenzelle alle die Stoffe ein, deren das Wasser sich bemächtigen kann, vorzugsweise Kohlensäure und Ammoniak. Diese beiden Stoffe und das Wasser enthalten Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff, also alle zur Bildung der assimilirten Substanzen und somit zur eigentlichen Ernährung der Zelle wesentlichen Elemente. Daneben werden auch noch geringe Mengen unorganischer (schwefel- und phosphorsaurer) Salze in wässeriger Auflösung der Zelle zugeführt. Sobald die genannten Stoffe ins Innere der Zelle gedrungen sind, so entstehen chemische Processe, deren erster Anfang in dem Zerfallen der Ammoniakverbindungen und einer (vielleicht dadurch hervorgerufenen) Wasserzersetzung, deren Fortgang sicher zum grossen Theil in der Einwirkung assimilirter stickstoffhaltiger Stoffe (Schleim) auf stickstofffreie Substanzen besteht. So bilden sich wahrscheinlich immer gleichzeitig Schleim und stickstofffreie Substanzen (Eiweiss und Fett). Wahrscheinlich ist Dextrine als der Grundstoff anzusehen, aus welchem alle andern assimilirten Bestandtheile (Umsetzung) hervorgehen (s. S. 52). Bei dieser Umsetzung spielen dann auch sicher die stickstoffhaltigen Bestandtheile die interessante Rolle, die Umwandlung der Stoffe in einander zu vermitteln, ohne dabei selbst eine Veränderung zu erfahren (durch sogenannte katalytische oder Contactwirkung; s. S. 24). Das Wich-

tigste bei dem ganzen Vorgange scheint die Wasserzersetzung zu sein, man weiss aber noch nicht, auf wessen Rechnung man dieselbe zu setzen habe; vielleicht auf die des Lichtes? — Bei der Bildung der assimilirten Substanzen werden viele Stoffe frei, die unter sich oder mit den gleichzeitig aufgenommenen nicht assimilirbaren Substanzen neue Verbindungen eingehen, entweder ihrer natürlichen Verwandtschaft folgend, oder durch Contactwirkung, prädisponirende Verwandtschaft u. s. w. veranlasst. Alle auf diese Weise gebildeten Stoffe nennt *Schleiden* Secrete der Zelle. Einige von diesen sind sehr allgemein, so dass sie jeder Zelle zukommen, z. B. freier Sauerstoff, grüner Farbstoff; andere sind weniger verbreitet und ihre Bildung hängt noch von ganz besondern Verhältnissen ab (Alkaloide). Die chemischen Processe dabei sind noch ganz unbekannt. Nicht selten bilden sich auch Secrete, die der Zelle schädlich würden, wenn dieselben nicht durch von aussen aufgenommene unorganische oder gleichzeitig neugebildete organische Stoffe neutralisirt würden (z. B. Oxalsäure durch Kalk, die Alkaloide durch organische Säuren). Es erzeugen sich ferner häufig Stoffe (Gerbstoff, Harz), die grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff haben und deshalb auch aus der Umgebung der Zelle eine bedeutende Menge Sauerstoff absorbiren.

2) Ausscheidung der Stoffe aus der Pflanzenzelle. Vermöge der Exosmose tritt ein kleiner Theil des Zelleninhaltes aus der Zelle heraus, worauf natürlich die verschiedene Anziehung der einzelnen Stoffe innerhalb und ausserhalb der Zelle zu einander Einfluss hat. Die durch Exosmose ausgeschiedenen Stoffe können vielleicht im Augenblicke des Austritts schon wieder durch die ihnen entgegentretenden Einflüsse verändert werden, so dass wir ohne Zweifel in vielen Fällen das eigentliche Product der Exosmose gar nicht kennen lernen. Z. B. der Keimungsprocess verwandelt vermöge des Klebers die Stärke in Dextrin, dieses in Zucker und diesen abermals in andere Stoffe, dabei wird Kohlensäure entbunden und Essigsäure ausgeschieden, die sich aber in den Keimen nicht frei vorfindet. Wahrscheinlich bildet sich diese letztere, wie beim Gährungsprocesse (wo der Kleber die Stärke in Gummi und Zucker verwandelt und diesen in Kohlensäure und Alkohol zerlegt, welcher letztere durch Sauerstoff in Essigsäure übergeht), aus Alkohol, der beim Austreten durch den Sauerstoff zu Essigsäure wird. — Wenn in der Zelle freie Gasarten vorkommen, und zwar mehr als die Flüssigkeit aufgelöst festhalten kann, so entweichen sie natürlich durch die Zellenwand, die ihrem Austritt kein Hinderniss in den Weg legt. Wenn die Flüssigkeit gerade mit einer Gasart gesättigt ist, so kommt es auf die Natur der in der Umgebung der Zelle enthaltenen Gasart an, ob nach dem *Dalton*'schen Gesetze des Gleichgewichts der Gase ein theilweiser Austausch erfolgt oder nicht. Die auf diese Weise entbundenen Gasarten sind hauptsächlich Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserstoff (bei den Pilzen).

3) Gestaltung der assimilirten Stoffe. Durch die aus dem Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff gebildeten assimilirten Stoffe wächst die Zellenmembran auf eine solche Weise, dass sie ebensowohl ausgedehnt als auch in ihren Wänden verdickt wird. Wahrscheinlich ist hier die Ursache des Wachsthums die Anziehung des Gleichartigen, wie beim Krystall; nur lagert sich hier der angezogene Stoff nicht schichtenweise auf die Fläche des schon Geformten ab (Apposition), sondern durchdringt in flüssigem Zustande die fertige Membran, um sich in ihr gleichförmig zu vertheilen (Intussusception), mehr aber in der Richtung der Fläche als in der der Dicke sich mit dem schon fertigen Stoff verbindend, bisweilen aber nicht an allen Stellen gleichförmig das Wachsthum fördernd (s. S. 56). — Zu einer bestimmten Zeit hört die Zellenmembran ganz oder doch grösstentheils zu wachsen auf, und die assimilirten Stoffe, die von nun an in der Art gebildet werden, dass sie in eine feste Form übergehen müssen, lagern sich in einer eigenen Schicht auf die innere Fläche der Membran ab und bilden verschiedene Formen der Zellen und Gewebe (s. S. 55). Dieser Process wiederholt sich dann so oft, als noch Stoffe gebildet werden. So wie bei dem Krystalle die neuen Schich-

ten sich stets nur in einer bestimmten Dicke bilden und, wenn diese Dicke erreicht ist, die Bildung einer neuen Schicht beginnt, so ist dies auch bei der Pflanzenzelle der Fall, nur mit dem Unterschiede, dass diese hohl ist und die Mutterlauge sich im Innern befindet, weshalb sich die neuen Schichten auch von innen anlagern. — Die in der Zelle enthaltenen Stoffe werden nicht allein zur Ausbildung der Zelle selbst oder zur Bildung neuer Zellen verwendet, sondern erscheinen auch unter mannichfachen Aggregatzuständen und Formen als Zelleninhalt (s. S. 54).

4) Bewegung des Inhalts der Zellen. Es findet sich in der Pflanzenzelle ein ihr eigenthümliches Phänomen, nämlich eine doppelte Form der Bewegung ihres flüssigen Inhalts, über deren Ursachen wir aber noch gänzlich im Dunkeln sind (schwingende Wimpern können nicht entdeckt werden). In den meisten Pflanzen aus den Familien der Characeen, Najaden und Hydrocharideen ist in jeder Zelle ein einfacher, an der einen Seite aufsteigender, an der andern Seite absteigender (verschieden breiter und verschieden schnell fliessender) Strom einer durch Farbe, Consistenz und Unlöslichkeit in wässrigen Flüssigkeiten von dem übrigen wasserhellen Zellensaft verschiedenen Flüssigkeit zu beobachten, in welcher Kügelchen (von Stärkemehl, Chlorophyll, Schleim u. s. w.) mit fortgeführt werden. Wo 2 Zellen zusammengränzen, haben die an der Scheidewand verlaufenden Strömchen eine entgegengesetzte Richtung, so dass also in der ganzen Pflanze die aufsteigenden Ströme an einer Seite liegen, ebenso die absteigenden. — In fast allen ihrer Lagerung oder Ausbildung nach sehr selbsständigen Zellen zeigt sich ein eigenthümliches System kleiner vielfach verästelter anastomosirender Strömchen einer schleimigen mit kleinen dunkeln Körnchen gemischten Flüssigkeit, welche von dem immer gleichzeitig vorhandenen Cytoblasten ausgehen und zu ihm zurückkehren, die innere Fläche der Zellenwand bedecken, oder quer durch die Höhlung von einer Wand zur andern laufen, ohne sich mit der übrigen meist wasserhellen Zellenflüssigkeit zu vermischen. Diese Strömung vermuthet *Schleiden* in allen Pflanzenzellen, so lange der Cytoblast (der Mittelpunkt der Strömung) noch lebensthätig ist. Die strömende Flüssigkeit scheint stets Schleim (Eiweiss?) zu sein. — Die eigenthümliche Bewegung (Drehung um die Achse) der schleimigen Spiralfäden in den Zellen der Antheridien der Characeen, Laub- und Lebermoose und Farrenkräuter, in Berührung mit Wasser, ist noch ganz unerklärlich; ebenso die zitternde Molecularbewegung (s. S. 4) sehr kleiner Körperchen, organischer und unorganischer Natur, in der Flüssigkeit der Pflanzenzellen.

5) Bewegungen der Pflanzenzellen. Bei den Sporenzellen einiger niedrigen im Wasser wachsenden Pflanzen zeigt sich eine Zeit lang, nachdem sie die Mutterzelle verlassen, zuweilen schon einige Zeit vor ihrem Austritt eine der Molecularbewegung ähnliche Ortsveränderung, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Bewegungen bedeutender sind und durch schwingende Wimpern hervorgerufen werden.

6) Fortpflanzung der Zellen. Wenn sich in einer Zelle eine grosse Menge auflöslicher assimilirter Substanzen nebst der nöthigen Menge Schleims gebildet hat, so beginnt der Zellenbildungsprocess aufs Neue. Es bilden sich in der Zelle (Mutterzelle) eine oder mehrere neue Zellen (Brut-, Tochterzellen), die, wenn sie sich so weit ausgedehnt haben, die Mutterzelle zerstören. Da natürlich eine Gestalt von dem Stoff, aus dem sie gebildet wird, und den Bedingungen ihrer Bildung abhängt, beides aber von der Mutterzelle gegeben wird, so werden folglich in der Regel die Brutzellen der Mutterzelle gleich oder ähnlich. — Bei den Zellen der Kryptogamen (Conferven) soll nach *Mohl* noch eine andere Vermehrungsart der Zellen vorkommen, indem sich eine Kreisfalte der Zelle allmälig in sie hineinzieht und in der Mitte zusammenstossend sich abschnürt, so dass völlige Theilung einer Zelle in 2 neue stattfindet (?).

7) Ende des Zellenlebens. Sobald in einer Zelle, in Folge der Aufhebung der Enosmose, das Spiel chemischer Wechselwirkungen unmög-

lich geworden ist, muss man sie für sich todt nennen (s. S. 48). Insofern sind alle Zellen als individuell abgestorben zu betrachten, die ihren Inhalt völlig verzehrt haben und nur noch Luft führen, die sogenannten Gefäss-, Mark- und Borkenzellen, oder die ihren Inhalt in einen einzelnen homogenen Stoff (ätherisches Oel, Harz) umgeändert haben. Diese Zellen werden durch die sie umgebenden lebendigen Zellen noch gegen Auflösung geschützt (dienen vielleicht auch dem Leben dieser und somit der ganzen Pflanze noch eine Zeit), fallen aber augenblicklich der völligen Zerstörung anheim, sowie sie den auflösenden atmosphärischen Einflüssen blosgestellt werden (z. B. Mark und Kernholz in den hohlwerdenden Bäumen, Kork und Borke zur bestimmten Zeit immer). — Nur der ganz ausgebildete Zellstoff trotzt allen gewöhnlichen Auflösungsmitteln, alle übrigen Stoffe, aus denen Zellenwände bestehen können, sind noch innerhalb des Bereichs der auflösenden oder umwandelnden chemischen Kräfte, welche in den Zellen thätig sind. Alle nicht vollständig ausgebildeten Zellen können daher wieder verflüssigt und aufgesogen werden (z. B. die Mutterzellen, das schwammförmige Zellgewebe, welches anfänglich die Luftkanäle ausfüllt, der Kern der Samenknospe). Auf welche Weise aber dieser Process vor sich geht, ist noch unbekannt; vielleicht tritt hier eine der Bildung des Zellstoffs entgegengesetzte Umwandlung der assimilirten Stoffe ein, so dass jener erst in Gallerte, diese in Gummi (Dextrin) und endlich in Zucker umgeändert und als solcher aufgesogen wird. Das *Viscin* (s. S. 53) scheint eine durch Umwandlung schon gebildeter Zellen entstandene formlose Substanz zu sein.

b. Leben der Gewebe und Organe der Pflanzen.

Sobald die Zellen zu Geweben zusammentreten, so zeigen sich auch bestimmte Modificationen in ihrem Lebensprocesse. — Vereinigt sich eine grössere Menge von Zellen zu Zellgewebe, so wird ein Theil von ihnen der unmittelbaren Berührung mit der ernährenden Flüssigkeit abgeschlossen; für diese findet also nur eine Aufnahme von Nahrung durch Enosmose aus den benachbarten Zellen statt, wo aber die Flüssigkeit immer schon verändert worden ist, so dass diese dann keine rohe Nahrungsflüssigkeit mehr bekommen, sondern schon assimilirte, und diese verarbeiten. Gefässe, welche die Nahrungsflüssigkeit im Körper der Pflanze vertheilen, wie bei den Thieren, gibt es gar nicht. — Durch die Anordnung einer grössern Zellenmenge zu einer Pflanze wird häufig ein Theil der Zellen theilweise mit der atmosphärischen Luft in Berührung gebracht. Daraus gehen 2 wichtige Verhältnisse hervor; einmal dass das Wasser aus den Zellen, wenn diese nicht dagegen geschützt sind, beständig im Verhältniss zu Wärme, Trockenheit und Bewegung der Luft an der Oberfläche der Zelle verdunstet, wodurch der Saft im Innern beständig vermindert und concentrirt, also die Enosmose gegen die übrigen Zellen verstärkt und unterhalten wird; und zweitens, dass die Flüssigkeit in den Zellen aus der Luft Gase, namentlich Kohlensäure und Ammoniak, und unter Umständen Sauerstoff absorbiren kann. — Durch die Vereinigung vieler Zellen und die daraus hervorgehende gegenseitige Einwirkung wird ferner die Bildung neuer discreter Schichten, sowie die damit zusammenhängende spiralige Anordnung des diese Schichten bildenden Stoffes, ferner die eigenthümliche Ausbildung von Luftbläschen zwischen je 2 benachbarten Zellen (worauf die Bildung der Poren zu beruhen scheint), und vielleicht auch die Richtung der Saftströmung zu Stande gebracht. — Bei der Secretion treten ebenfalls eigenthümliche Veränderungen ein, indem festere Secrete bestimmte Formen annehmen (z. B. die Gallerthülle vieler Algen, die *Intercellularsubstanz*, der die Sporen und Pollenkörner überziehende *eigenthümliche* Stoff, die von der Epidermis ausgeschiedenen Stoffe). — Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Lebensprocess aller einzelnen Zellen in denselben Geweben sich gleich oder doch sehr ähnlich ist, doch kommen auch grosse Ausnahmen vor. Das P a r e n c h y m (s. S. 57) hat die

selbstständigsten Zellen, daher findet man in demselben am häufigsten und am wenigsten regelmässig angeordnete Zellen von dem verschiedensten Inhalte und der verschiedensten Configuration der Wände neben einander. Ueberwiegend zeigt sich in grösseren Massen des Parenchyms Stärkemehl (Kartoffeln), oder fettes Oel (Kotyledonen der *Brassica*-Arten), oder Gummi (Altheenwurzeln), oder Emulsion (Oel und Eiweiss, in den Kotyledonen der Mandeln), oder assimilirte Stoffe und Chlorophyll (in allen grünen Blättern), oder Farbstoffe (in Blumenblättern), oder Luft (im Marke) u. s. f. — Die verschiedenen Bildungen des Intercellularsystems (s. S. 57) enthalten sehr verschiedene Stoffe. Das Eigenthümliche ist hier, dass alle dieselben begränzenden Zellen ohne Ausnahme gleiche Lebensthätigkeit zeigen, entweder gar nicht auf den Inhalt der Intercellularräume einwirken, oder ganz gleiche Stoffe in sie hinein aussondern. — Die Gefässbündelzellen (s. S. 57) zeigen fast insgesammt einen sehr übereinstimmenden Lebensprocess und unterscheiden sich hauptsächlich nur nach der vom Alter abhängigen Configuration der Wände und nach ihrem Alter überhaupt. Die Gefässe führen, sobald sie vollständig entwickelt sind, Luft und nehmen vielleicht, und auf jeden Fall nur passiv, zuweilen für kurze Zeit Säfte auf. Die andern langgestreckten Zellen des Prosenchyms (s. S. 58) zeigen, so lange es lebendig ist, einen raschen Stoffwechsel im Innern, enthalten daher meist eine homogene wasserhelle Flüssigkeit; später sterben sie ab und führen dann Luft. — Ueber das eigenthümliche Leben der Bastzellen (s. S. 58), der gewöhnlichen wie der der Apocyneen (deren Inhalt wir noch gar nicht kennen) und der Milchsaftgefässe (s. S. 58) wissen wir fast noch gar nichts. Auch ist der Inhalt der letztern fast bei jeder Pflanze verschieden, ja oft bei verschiedenen Individuen derselben Art. Wie es scheint, kommt dem Milchsafte ziemlich allgemein ein nach dem Alter und der Vegetationsweise der Pflanze grösserer oder geringerer Gehalt an Kaoutschouk in Körnern zu. Auch finden sich in demselben eine Menge ganz eigenthümlicher, meist giftiger Substanzen. Vielleicht sind diese Theile dazu bestimmt, Stoffe aufzunehmen und aus der Wechselwirkung mit den lebendigen Zellen zu entfernen, die sonst dem Leben der Pflanze schädlich würden. — Vom Filzgewebe der Pilze und Flechten wissen wir ebenfalls noch nichts; die Zellen führen gewöhnlich einen klaren, farblosen Saft, bei den Flechten zuweilen Luft. — Die Epidermoidalzellen (s. S. 58) enthalten klare, wasserhelle oder gefärbte Säfte, selten hin und wieder eigenthümliche Stoffe (Harz). Nach aussen hin zeigt die ächte Epidermis eigenthümliche Secrete, nämlich zuerst einen wachsartigen Stoff, gewöhnlich nur als eine zarte, die Fläche glatt oder glänzend machende Schicht, seltner in kleinen Körnchen (sogen. Reif), in beiden Fällen die Oberhaut gegen Benetzung und Durchdringung von Wasser schützend, also auch allen Austausch von Gasen und Dünsten unmöglich machend, welcher Austausch nur durch die Spaltöffnungen vermittelt werden kann. Später bildet sich unter dieser ersten Absonderung eine zweite Schicht *(cuticula)*, aus einem noch ununtersuchten assimilirten Stoffe bestehend, die in manchen Fällen sehr dick wird, und Höcker, Warzen u. dergl., besonders in der Nähe der Spaltöffnungen, bildet. Das Leben der Anhänge der Epidermis ist sehr mannichfaltig und es findet sich hier ein sehr verschiedener Inhalt und eigenthümliche Excrete (Kork stirbt bald ab und verwest). — Die Zellen der Wurzelhülle führen nur Luft und dienen vielleicht zur Verdichtung des Wasserdunstes und Zuleitung desselben zum Parenchym der Wurzel.

Von den Functionen der einzelnen Organe der Pflanze kann eigentlich gar keine Rede sein, wie schon S. 59 angegeben wurde, da die Pflanze, mit Ausnahme der Fortpflanzungsorgane, gar keine physiologisch bestimmten Organe, die nur einer bestimmten Function vorständen, besitzt. Es lassen sich deshalb nur Fortpflanzungs- und Vegetationsorgane abgesondert betrachten. — Bei den niedern Pflanzen ist die ganze Oberfläche dazu bestimmt, Nahrungsflüssigkeit aufzunehmen. Blatt und Achse als Grundorgane

haben keine bestimmte physiologische Function, wenn man die ausnimmt, die ihnen in ihrer Umwandlung zu Fortpflanzungsorganen zukommt. Da die Achse aber das ursprünglich alle Theile Verbindende und allein Dauernde, das Blatt dagegen das spätere Abhängige, Abgeschlossene und Vergängliche ist, so kann man sagen, dass der ersteren vorzugsweise die Function der Vertheilung der Säfte zukomme, denn durch sie müssen alle Strömungen gehen. Durch das Blatt dagegen gehen vorzugsweise die Ausscheidungsprocesse vor sich. Die Wurzel ist Haftorgan und dient zugleich zur Aufnahme von Nahrung; zugleich ist sie aber auch ausscheidendes Organ und perennirend vermittelt sie durch Knospenbildung die Fortpflanzung. An der Achse im engern Sinne dienen die Gefässbündel, wo sie vorhanden sind, in ihren jüngsten Theilen (dem Cambium) der Saftbewegung, in ihren ältern nur mechanisch als steifer, fester Halt (als Skelet) der Pflanze. Das Parenchym assimilirt, bildet alle eigenthümlichen Stoffe, die in der Pflanze vorkommen; mit seinen äussern Theilen (Rinde und Epidermis) dient es der Aufnahme von Nahrungsflüssigkeit und somit auch der Ausscheidung bei den untergetauchten Pflanzen, der Respiration und Transpiration bei den der Luft ausgesetzten Theilen und Pflanzen. Im spätern Zustande, nach eingetretener Kork- und Borkenbildung, dient die Rinde als schlechter Wärmeleiter auch zur Erhaltung der Wärme im Innern der Pflanze. Endlich ist die Achse wegen der häufigen Knospenbildung ein wichtiges Organ der Fortpflanzung; bei manchen Pflanzen (Schling-, Rankenpflanzen) dient sie auch als Haftorgan. Die Stengelblätter sind vorzugsweise die Organe der Respiration und Transpiration, sowie mannichfacher Ausscheidungen. Bei den unter Wasser wachsenden Pflanzen dienen sie der Aufnahme flüssiger Nahrungsmittel. Durch ihre Knospenbildung werden sie Fortpflanzungsorgane. Die Blumenblätter zeigen nur wenig Vegetation, blos die Kelch- und Fruchtblätter machen davon eine Ausnahme. Allen Blättern kommt noch die Function zu, in ihrem frühern Zustande durch festes Zusammenschliessen zur Knospe die zarten, sich neubildenden Theile gegen die Einwirkungen der austrocknenden Luft und übermässigen Nässe (welche leicht Fäulniss bewirkt) zu schützen, bis die Entwickelung ihres Oberhautsystems dieselben fähig macht, selbst diesen Schädlichkeiten Trotz zu bieten. In bestimmten Formen als Ranken sind die Blätter auch Haftorgane.

c. Leben der ganzen Pflanze.

1) Aufnahme der Nahrungsstoffe und Ausscheidungen. Alle Stoffe, welche die Pflanze aufnehmen oder ausscheiden soll, müssen, da sie durch die Zellenmembran dringen müssen, in Wasser löslich sein. Nur als Flüssigkeiten, Dünste oder Gasarten können Stoffe ein- und austreten; deshalb ist die Vegetation zunächst von der Gegenwart des Wassers, als des allgemeinen Lösungsmittels, abhängig. Unauflösliche Stoffe können nie Nahrungsmittel der Pflanze werden, ohne erst durch einen chemischen Process ausserhalb der Pflanze zersetzt worden zu sein. (Die Pflanze hat keinen Magen, kein Analogon desselben, also auch keine Verdauung.) — Die Aufnahme und Ausscheidung tropfbar flüssiger Stoffe geschieht wahrscheinlich meistens, wenn auch nicht immer, in Begleitung einer gleichzeitigen geringen Ausscheidung nach den Gesetzen der Enosmose (s. S. 33). Lebt die Pflanze im Wasser oder vollkommen mit Wasser gesättigtem (Sumpf-) Boden, sind also die Zellenwände unmittelbar mit der Flüssigkeit in Berührung, so nehmen sie alle enosmotisch auf, sobald nicht ein eigenthümlicher Ueberzug dies unmöglich macht, und hierbei wird eine geringe chemische oder physikalische Differenz des Zelleninhaltes von dem umgebenden Wasser genügen, den enosmotischen Process zu unterhalten. Kommen die Zellen dagegen nur mit festem Boden, dem die Eigenschaft zukommt, Wasser zu absorbiren (Baum- oder Dammerde, Humus), in Berührung, so wird der Zelleninhalt schon eine bei weitem grössere Verschiedenheit von dem absorbirten Wasser haben müssen, weil die Kraft der enosmotischen

Anziehung auch die Kraft, mit der das Wasser festgehalten wird, zu überwinden hat. Vegetiren Pflanzen nur in der Luft (tropische Orchideen), so scheint die Wurzelhülle die Dammerde zu ersetzen und aus der Luft die nöthigen Nahrungsstoffe zu absorbiren. In allen diesen Fällen ist die Aufnahme mit Ausscheidung eines geringen Theiles des enosmotisch wirkenden Zelleninhaltes (also assimilirten Pflanzenstoffes) verbunden. Doch sind wir über die Ausscheidungen der Pflanzen, besonders die tropfbar flüssiger (mehr oder weniger viscoser) Stoffe, noch sehr im Dunkeln. Es werden ausgeschieden: Wasser, klebrige und zuckerreiche Säfte, Wachs (Reif), ätherisches Oel (Gerüche), Wasserdampf (welcher wahrscheinlich durch die Spaltöffnungen, nie ganz rein, sondern mit vegetabilischer Substanz, und ununterbrochen nach Verhältniss der Trockenheit und Bewegung der Atmosphäre transpirirt) und Gase.

Hinsichtlich der Aufnahme und Ausgabe von Gasen bei den Pflanzen kommen nach *Schleiden* folgende Gesetze in Betracht: 1) eine Flüssigkeit, die mit einem Gase in Berührung oder davon nur durch eine mit derselben Flüssigkeit getränkte Membran getrennt ist, absorbirt von dem Gase nach ihrer und der specifischen Natur des Gases ein bestimmtes, immer gleiches Volumen von einer Dichtigkeit, die dem Drucke, unter welchem das Gas steht, entspricht. 2) Wenn eine Flüssigkeit (eine freie oder mit einer von derselben Flüssigkeit getränkten Membran bedeckte) von einem Gase mehr enthält, als sie nach der Natur des Gases, der Flüssigkeit und dem Drucke, unter welchem das Gas steht, aufgelöst zu erhalten vermag, so entweicht der Ueberschuss. 3) Wenn eine solche Flüssigkeit bei bestimmtem Drucke mit einer Gasart gesättigt ist, und sie dann bei demselben Drucke mit einer andern Gasart in Berührung kommt, so findet ein Austausch statt, es entweicht ein Theil des früher absorbirten und ein Theil des freien Gases wird aufgenommen und zwar im Verhältniss zur Auflöslichkeit beider Gasarten. 4) Flüssigkeiten, die chemische Verwandtschaft zu bestimmten Gasarten haben, ziehen dieselben an, wenn sie mit ihnen durch eine freie Oberfläche oder durch eine mit derselben Flüssigkeit getränkte Membran in Berührung treten. 5) Jeder feste Körper condensirt auf seiner Oberfläche Dünste und Gasarten, mehr noch wenn er pulverförmig, am meisten wenn er fein porös ist (frisch ausgeglühte Holzkohle, Humus). Wasser treibt einen Theil des absorbirten Gases aus. Mit diesen Gesetzen stehen folgende Erscheinungen im Pflanzenleben in Verbindung:

Der keimende Same nimmt eine gewisse Menge Sauerstoff auf und entbindet eine grosse Menge Kohlensäure. — Nach der Periode des Keimens haucht die Pflanze bei Tages- und Sonnenlicht Sauerstoff aus, soweit ihre Oberfläche grüne Farbe zeigt, und nimmt Kohlensäure durch dieselben Theile auf. Bei Nacht ist der Process gerade umgekehrt. — Alle nicht grünen Theile (Rinde des Stammes, Wurzel) nehmen Sauerstoff auf und hauchen Kohlensäure aus. — Die Staubfäden in den Blumen nehmen in sehr kurzer Zeit ausserordentlich viel Sauerstoffgas auf und scheiden Kohlensäure aus. — Fast alle Pflanzentheile nehmen unter Umständen etwas Stickstoff aus der Atmosphäre auf oder hauchen solchen aus. — Auch Wasserstoff wird ausgehaucht (von den Pilzen).

2) Assimilation der Nahrungsstoffe. Das Wichtigste, was die Pflanze aufnimmt, ist Wasser mit Kohlensäure und kohlensaurem Ammoniak und bestimmte unorganische Salze. Alles dieses eignet sie sich aus dem Boden durch die Wurzelspitze an. Sie erhält aber auch Kohlensäure aus der Luft durch die Blätter. In welchem Verhältnisse beide Aufnahmen zu einander und zum Nahrungsbedarf der Pflanze stehen, wissen wir nicht. Die Transpiration und der Gasaustausch geschieht zunächst aus jeder Zelle in die nächste Luft, also bei ganzem Zellgewebe in die Intercellulargänge, von wo Gas und Wasserdunst durch die Spaltöffnungen entweichen. — Da die grösste Masse der Substanzen, welche die Pflanze bilden, weniger Sauerstoff enthält, als das, was die Pflanze aufnimmt, so muss nothwendig als Endresultat des Assimilationsprocesses die Entbindung von Sauerstoff hervortreten. Direct wird aber wahrscheinlich weder Kohlensäure noch Wasser zersetzt, sondern es bildet sich vielmehr eine grössere Reihe von verschiedenen Verbindungen, aus denen sich allmälig oder am Ende Sauerstoff ausscheidet. So z. B. scheint ein kleiner Theil des Sauerstoffs der grünen Pflanzentheile von einer Zersetzung des Amylums oder ähnlicher Stoffe in Wachs herzustammen. Auf jeden Fall stehen die Aushauchung des Sauerstoffs und die Aufnahme gasförmiger Kohlensäure in gar keiner unmittelbaren

Verknüpfung mit einander. — Die Kohlensäurebildung durch nicht grüne Pflanzentheile, durch die Rinde des Stammes und Wurzel, ist kein Lebensprocess, sondern ein beginnender Verwesungsprocess der Zellen. Die Kohlensäurebildung beim Keimen, beim Blühen, beruht, wie bei der Gährung, auf der Zersetzung der organischen Substanz, dient also wohl dem Lebensprocess, jedoch ohne ein organischer Bildungsprocess zu sein. — Aufnahme von Sauerstoff zur Oxydation abgeschiedener Stoffe, wie der ätherischen Oele, der Gerbsäure u. s. w., sind ebenfalls völlig unabhängig vom eigentlichen Leben der Pflanze. — Wie die einzelnen Zellen den von ihnen aufgenommenen Saft verarbeiten, ist nur sehr im Allgemeinen für jede Pflanzenart bestimmt. Am Lichte bilden sie viel Schleim, Chlorophyll und bittere Stoffe (Gerbsäure), im Dunkeln mehr Gummi, Stärke und Zucker.

Die Pflanzenernährung besteht nicht, wie die der Thiere, darin, dass sich alle fertigen Gebilde immerfort wieder auflösen und neu bilden, sondern nur darin, dass sie über ihre fertigen Bildungen hinaus immer zu neuen Productionen weiter schreiten und sich junge Triebe entwickeln, während die alten absterben, so dass das Pflanzenwachsthum einer fortwährenden Fortpflanzung ähnlich ist. Das Absterben der alten Pflanzentheile geschieht durch Verholzen, Eintrocknen, Verhärten; der Process des Absterbens zieht sich sehr in die Länge, auch bleiben die abgestorbenen Theile mit dem Ganzen noch in Verbindung und dienen der jungen Generation zur Grundlage (Skelet). Es ist also das Leben der Pflanze gar nicht so alt, als ihre Existenz überhaupt, sondern nur ein-, höchstens zweijährig; was darüber hinaus mit den jungen Gebilden länger dauert, dauert nicht als völlig lebendig fort, sondern absterbend oder abgestorben als Residuum frühern Lebens. Ein alter Baum hat also nicht in allen seinen Theilen von seinem Entstehen an gelebt, sondern er ist grösstentheils nur ein abgestorbenes Monument, das er sich durch die Reihe von Jahren selbst gesetzt hat; er besteht aus den verholzten Leichen der alljährig verjüngten und abgestorbenen Schichten *(Schultz)*.

3) Aeussere Bedingungen der Nahrungsaufnahme und der Assimilation. Der Boden, in welchem die Pflanze wurzelt, bedarf ausser seinem chemischen Gehalt an unorganischen Nahrungsstoffen noch gewisser mechanischer und physikalischer Eigenschaften, um die Ernährung der Pflanze möglich zu machen, insbesondere muss er Thon und Humus als Gase und Dünste absorbirende Substanzen enthalten. Ferner sind Licht, Wärme, Elektricität für die Assimilation der Nahrungsstoffe nöthig.

4) Bewegung der Säfte durch die Pflanze. Alle Pflanzen von den Moosen aufwärts vertheilen die aufgenommene Flüssigkeit, indem dieselbe enosmotisch von Zelle zu Zelle geht, durch die ganze Pflanze. Wo grössere Verdunstung, also grössere Concentration der Säfte, wo grössere chemische Thätigkeit (dadurch vielleicht Umwandlung dünnerer in dichtere Stoffe), da ist die grössere enosmotische Kraft, also auch der grössere Zustrom von Säften (demnach zu allen grünen Theilen und Knospen). Hierauf beruht wahrscheinlich die verschiedene Säftebewegung und Vegetation in verschiedenen Jahreszeiten, Temperaturen, Klimaten u. s. f. — Uebrigens ist die Lehre von der Bewegung des Pflanzensaftes noch ganz in der Kindheit. Die sogenannten Gefässe der meisten Pflanzen, denen man früher die Verbreitung des Saftes in der Pflanze übertrug, führen niemals Saft, bei einigen höchstens vielleicht während kurzer Zeit; auch reichen sie nicht bis in die Knospen, wo gerade der grösste Verbrauch von Säften stattfindet; sie fehlen ferner häufig in den am üppigsten vegetirenden Pflanzen und Pflanzentheilen. Die bewegende Ursache ist also allein die anziehende Kraft in der Mischung heterogener Flüssigkeiten, die Möglichkeit der Bewegung liegt aber in der Eigenschaft vegetabilischer Membranen, Flüssigkeiten durchzulassen.

5) Reproduction, d. h. Neubildung eines verloren gegangenen Theils an derselben Stelle und in derselben Form, gibt es im Pflanzenreiche nicht. Verloren gegangene Pflanzentheile ersetzen sich niemals wieder, wohl aber bilden sich, bei dem unbegränzten Wachsthum der gänzlich unabgeschlossenen Individualität der Pflanzen, ähnliche Theile an deren Stellen. Auch ist der Process der Vernarbung von Wunden mit Substanzverlust durch Ausfüllung der entstandenen Lücke mit einer dem Korkgewebe ähnlichen Substanz gar häufig.

6) Wärmeentwickelung an der Pflanze. Die Temperatur der lebenden Pflanze ist fast niemals übereinstimmend mit der der umgebenden

Atmosphäre. Folgende 3 Verhältnisse sind bis jetzt beobachtet: 1) Keimende Samen (der Phanerogamen) entwickeln eine Wärme, welche die der Umgebung bedeutend übersteigt. Die Ursache ist hier höchst wahrscheinlich der Verbrennungsprocess in der Bildung von Kohlensäure und Wasser bei der Zersetzung der assimilirten Stoffe (Stärke, Oel u. s. w.). 2) Bäume unsers Klimas zeigen in ihrem Innern eine veränderliche Temperatur, die im Winter höher, im Sommer niedriger als die der umgebenden Atmosphäre ist. In ihren Veränderungen folgt sie stets sehr genau den Veränderungen der Atmosphäre im Steigen und Fallen; bei lange anhaltenden hohen oder niedrigen Temperaturen der Atmosphäre nähert sie sich denselben immer mehr, ohne sie ganz zu erreichen. Als Grund dieser Erscheinung kann man mit höchster Wahrscheinlichkeit den Gang der Erdtemperatur in der Tiefe, in der sich die Wurzeln ausbreiten, angeben; von dort wird die Temperatur theils durch den aufsteigenden Saft, theils durch das grosse Leitungsvermögen des Holzes seiner Länge nach dem Stamme mitgetheilt und hier theils durch die schlechte Leitungsfähigkeit des Holzes der Quere nach, theils durch die Bekleidung mit Rinde, einem sehr schlechten Wärmeleiter, geschützt und erhalten. — 3) Während der Blüthezeit entwickeln die Aroideen eine die Temperatur der umgebenden Atmosphäre bedeutend übersteigende Wärme. Der Grund liegt ebenfalls in der hier stattfindenden bedeutenden Kohlensäurebildung, welche besonders von den Staubfäden unterhalten wird. — In allen angeführten Fällen hängt die absolute Temperatur von der Intensität des ganzen Lebensprocesses ab und ist um so höher, je lebendiger die Pflanzen vegetiren, je lebhafter also auch die Säfteaufnahme und der chemische Process ist. *Meyen* will durchaus noch eine eigene Wärmeerzeugung in den Pflanzen haben, die auch vielleicht durch die chemischen Processe, die beständig vor sich gehen, vorhanden sein mag, aber noch nicht erwiesen ist.

7) **Lichtentwickelung an den Pflanzen.** Mit einiger Gewissheit lässt sich über die Lichtentwickelung nur Folgendes sagen: es leuchten die weisslichen Spitzen des schwarzen Pilzes, *Rhizomorpha subterranea*, mit eignem phosphorischen Lichte *(Humboldt)*; absterbende Pilze, absterbendes Holz und andere Pflanzentheile leuchten unter gewissen Umständen. In diesen beiden Fällen lässt sich, wie es scheint, die leuchtende Materie, ein gallertartiger Stoff, abstreifen und das Leuchten rührt wahrscheinlich von einem langsamen Verbrennungsprocesse auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffs her. Das blitzähnliche Leuchten an *Tropaeolum majus* und vielen andern, meist goldgelben und orangefarbenen Blumen ist noch ganz unerklärlich, vielleicht auch Täuschung.

8) **Bewegungen der Pflanzen und Pflanzentheile.** Man hat folgende verschiedene Arten von Bewegungen an den Pflanzen zu unterscheiden: 1) Bewegungen, welche an todten oder absterbenden Pflanzentheilen durch den Wechsel des feuchten und trocknen Zustandes hervorgebracht werden (durch Zusammenziehung beim Eintrocknen). Diese Pflanzentheile haben aber noch Bedeutung für das ganze Leben der Pflanze, und diese Bewegungen beziehen sich näher oder entfernter auf die Fortpflanzung, indem sie Ortsveränderungen der Fortpflanzungszellen (Sporen oder Pollenkörner) oder der Samen möglich machen oder veranlassen. Hierher gehört: das klappenartige Aufspringen mancher Pilze, das Oeffnen der Sporenfrüchte und Staubbeutel u. s. f. — 2) Bewegungen an lebendigen, kräftig vegetirenden Pflanzentheilen beruhen vielleicht auf der Vertheilung der Säfte und der elastischen Spannung der einzelnen Zellenmembranen, auf noch unbekannten Veränderungen im lebendigen Zellgewebe. Man kann hier von äussern Einwirkungen abhängige und unabhängige, periodische (beim sogen. Pflanzenschlafe, wo Stengel- und Blumenblätter eine andere Richtung annehmen, als bei Tage) und nicht periodische Bewegungen unterscheiden. — 3) Bewegungen ganzer Pflanzen, der Oscillatorien, einer kleinen Algengattung (vielleicht thierischer Natur?). — Die Bewegungen, welche die Richtung gewisser Theile bestimmen, nämlich die eigenthümliche Form der Ranken und das Wachsen

der Schlingpflanzen, gehören nicht hierher, sondern sind Wachsthumsphänomene und abhängig von einer ungleichen Streckung der Zellen beider Seiten.

[NB. Die vorstehende kurzgefasste Pflanzenphysiologie, welche einen guten Uebergang zur Physiologie der Thiere und Menschen bildet, ist ganz und gar *Schleiden's* Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik entnommen, einem Werke, welches hiermit jedem Mediciner zum eifrigsten Studium anempfohlen wird.]

III. Unterschiede zwischen Thier und Mensch.

Der Mensch hat unter allen lebenden Wesen unserer Erde in geistiger und körperlicher Hinsicht den höchsten Grad von Vollkommenheit erreicht. In seinen körperlichen Eigenschaften zeigt er zwar keinen bedeutenden Unterschied von höhern Thieren (besonders vom Affen), dagegen einen desto bedeutenderen in seinen geistigen Fähigkeiten; durch Vernunft und Freiheit des Willens erhebt er sich über alle irdischen Geschöpfe. Er verdankt diesen Vorzug der vollkommenen Entwickelung seines Gehirns, mit welcher die Form des Kopfes in nächster Beziehung steht.

In körperlicher Hinsicht zeichnet sich der Mensch etwa durch folgende Merkmale vor dem Thiere aus: seine Haut ist glatt und wenig behaart (der künstlichen Bedeckung benöthigt); sein Kopf (s. Bd. I. S. 9) kugelförmig mit breiter, hoch gewölbter, freier Stirn; der Schädel im Verhältnisse zum Gesicht sehr gross (wie 4 : 1); das Gesicht, in dessen Zügen sich schon der menschliche Geist abspiegelt, ist unter den Schädel zurückgezogen, weil die knöchernen Geruchs- und Kauwerkzeuge nicht so weit hervorspringen; der *Camper*'sche Gesichtswinkel (s. Bd. I. S. 9) fällt nie unter 70° herab; die Augen sind nicht mehr zur Erde gesenkt, sondern frei nach allen Seiten beweglich; die äussere Nase tritt stärker hervor; die Kiefer, ohne *os intermaxillare* im Oberkiefer und mit fast gleichgrossen, dicht in einer ununterbrochenen Reihe stehenden Zähnen (von denen die obern und untern Schneidezähne senkrecht auf und hinter einander stehen), sind verkürzt, das Kinn rundlich, die Lippen gewulstet. — Mit der Form des Kopfes steht die Einlenkung desselben auf der Wirbelsäule im engsten Zusammenhange; dieselbe findet sich nämlich an der tiefsten Stelle des Schädels, während sie bei den Thieren weiter nach rückwärts liegt; das Hinterhauptsloch befindet sich fast in der Mitte des Schädelgrundes, so dass der Kopf auf der Wirbelsäule in seinem Schwerpunkte ruht und also kein sehr starkes Nackenband nöthig ist, um ihn zu halten, und keine so kräftigen Muskeln, um ihn zu bewegen. — Der Hals ist länger und beweglicher als bei den *Affen*, und umschliesst vollkommnere Sprachwerkzeuge; denn nur der *Mensch* besitzt eine articulirte Sprache. — Im Verhältniss zu den *Thieren* hat der Mensch die kürzeste Wirbelsäule und diese ist *schlangenförmig* gekrümmt, so dass ihr oberer und unterer Theil im *Gleichgewichte* stehen; wegen ihrer Kürze dehnt sich der Rumpf mehr aus. Der Brustkasten ist nicht seitwärts zusammengedrückt, sondern in seinem Querdurchmesser weiter (breit); die Verlängerung des

Stammes geht auf die Oberschenkel über, bei den Thieren auf den Schwanz. Das Becken ist beim Menschen weiter und grösser und der Bauch rundet sich unten und aussen, während er sich bei den Thieren, wo das Becken enger ist, einwärts zieht. Nur der Mensch hat breite, fleischige, mit gerundeten, den After verbergenden Hinterbacken versehene Hüften, an welche sich starke, kräftige Schenkel anschliessen. — Der männliche Penis ist nicht an die Bauchdecken geheftet, sondern völlig frei; die weiblichen Geschlechtstheile (mit der Menstruation) sind mit dicken wulstigen Schamlippen und Hymen versehen, und liegen selbst bei starker Neigung des Beckens mehr nach vorn, als bei irgend einem Thiere. — An den obern Extremitäten zeigen sich die Schultern breit, rundlich hervortretend; die Arme sind des ungemein freien Schultergelenkes, sowie der Verbindung des Vorderarms und der Hand wegen der freiesten Bewegung fähig. Die menschliche Hand zeichnet sich durch ihren sehr beweglichen Daumen und die ganz gerade zu streckenden, mit weichen Nägeln versehenen Finger aus. Des kunstvollen Baues der Hand wegen erklärte *Anaxagoras* schon den Menschen für das vernünftigste Geschöpf, *Galen* aber für den Beherrscher der Erde. — Die untern Extremitäten, welche mit dem Rückgrathe in einer Linie liegen, sind mit starken, muskulösen, gerundeten Oberschenkeln, platten Kniescheiben, vollen Waden, deutlicher Kniekehle, breiten Fersen, kurzem Mittelfusse und mit kurzen, gerundeten Zehen (mit flachen kurzen Nägeln) versehen. — [Es mangelt dem Menschen: das *rete mirabile arteriosum,* das *pancreas Asellii*, die *membrana nictitans,* das *os intermaxillare* und das *os penis.*]

Der eigenthümliche Bau des Fusses und seine Einlenkung am Unterschenkel, überhaupt die Vergleichung der Bildung der untern und obern Extremitäten, zeigen deutlich, dass der Mensch zum Aufrechtgehen bestimmt ist. Der Fuss gibt nämlich eine feste, hinlänglich breite und sich leicht bewegende Basis, welche sich ohne Schwierigkeit der verschiedenen Neigung des Bodens anpasst; er ist nach abwärts ausgehöhlt, um den Muskeln, Gefässen und Nerven Schutz gegen Druck zu gewähren; sein Mittelfuss (welcher um so kürzer ist, je höher das Thier in der organischen Bildung steht) ist sehr kurz und bildet mit dem Unterschenkel einen rechten Winkel, so dass die ganze Last des Körpers nur auf den gerundeten Ballen der Ferse fällt (während sie bei den Thieren auf der Stelle ruht, wo die Zehen beginnen); die Zehen sind kurz und nicht zum Greifen bestimmt (die grosse Zehe weit unbeweglicher als der Daumen), wohl aber befördern sie die Leichtigkeit des Laufens und Springens durch ihre Elasticität, welche besonders durch die stete Spannung ihrer Flexoren bestimmt ist. Mit dem aufrechten Gange steht ferner die Bildung und Einlenkung des Kopfes, die Form des Rumpfes (besonders der Wirbelsäule), die Lage der Brust- und Baucheingeweide, und selbst die Einrichtung der Geschlechtstheile im Einklange.

Wegen seiner Bestimmung, als ein vernünftiges Geschöpf zu leben, hat der Schöpfer also den Menschen vor dem Thiere aus-

gezeichnet: durch das vollkommnere Verstandsorgan (das Gehirn), den aufrechten Gang, die articulirte Sprache, die ungemeine Beweglichkeit der Arme und der kunstvollen Hände, das überall hervortretende schöne Ebenmaass seines Körpers und die gleichmässige Entwickelung aller Sinne, sowie durch die Fähigkeit, in allen Gegenden der Erde leben zu können (denn in Bezug auf seine Nahrung ist der Mensch weder an das Pflanzen- noch an das Thierreich ausschliesslich gebunden). — Der Mensch ist rücksichtlich seines Geistes ein freies, mit moralischer Würde begabtes Wesen, das die Erkenntniss des Guten und Bösen besitzt und als Urheber seiner Handlungen betrachtet wird. *Cicero* sagt: *solus homo sentit, quid sit ordo, quid deceat, qui modus in factis; inde sensus pulchritudinis, venustatis, convenientiae partium.*

A. Hinsichtlich des **Entstehens** der Thiere, so kommt die Zeugung nur der höhern Thiere mit der des Menschen überein, bei beiden ist sie nämlich eine doppeltgeschlechtliche, während die Fortpflanzung bei den niedern Thieren eine durch Theilung, Sprossenbildung und hermaphroditische ist. Eine Urzeugung der Thiere (s. S. 5) kann nicht mehr statuirt werden.

a. Die **Zeugung durch Theilung**, natürliche und künstliche, vollkommene und unvollkommene (s. S. 13) ist ein Attribut nur der niedrigsten Thiere (Infusorien); schon die Räderthiere unter den Infusorien pflanzen sich durch Theilung nicht mehr fort, wohl aber wieder die Planarien und Naiden. Bei den Bacillarien und wahrscheinlich auch bei den Vorticellen kommt nur Längstheilung vor; bei den Monaden Längs- und Quertheilung, bei den Naiden Quertheilung. Wie auch die Theilung erfolgen mag, so scheinen die Individuen in der Richtung, in welcher sie sich theilen, zuzunehmen, sie werden breiter bei der Längstheilung, länger bei der Quertheilung; bei einer kreuzenden Theilung haben sie sich in allen Richtungen vergrössert. Ist die Theilung eine unvollkommene, so bleiben ganze Generationen mit einander verbunden und bilden Trauben, Beeren, baumartige (polypenartige) Stöcke. Als ein System von fadenartig aufgereihten, durch unvollkommene Quertheilung entstandene Individuen betrachtet *Ehrenberg* die Vibrionen (s. S. 7).

b. **Zeugung durch Sprossen** (s. S. 14). Die Knospenbildung ist bei den Thieren noch nicht in ihrem innern Vorgange beobachtet, noch kennt man die Zusammensetzung der Knospen nicht; doch dürfen wir aus ihrer Entfaltung, die der Ausbildung der Pflanzen ganz analog ist, sowie aus Dem, was wir über die Entstehung der thierischen Gewebe wissen, schliessen, dass auch hier ursprünglich derselbe Bau vorhanden ist, dass die thierischen Knospen ebenfalls Gruppen von Zellen (nie einfache Zellen) sind, welche sich nicht blos durch Bildung ähnlicher Zellen mehren, sondern sich auch in die bestimmten Gewebe ordnen und umwandeln (denn die thierische Organisation erscheint nie blos als ein Aggregat von Zellen). — Die Knospenbildung kommt vorzüglich bei den Polypen, seltener bei den Infusorien (Vorticellen) vor; man sah sie an *Cytais* und andern *Akalephen;* unter den Eingeweidewürmern ist sie den Blasenwürmern eigen. Bei dem *Coenurus* sind die Blasen, auf welchen die individuellen Köpfe aufsitzen, zugleich der Keimstock für neue Individuen, und diese entstehen aus kleinen Knötchen, die sich auf der Mutterblase bilden. Bei dem Echinococcus (wo auch eine innere Knospenbildung vorzukommen scheint) verwandeln sich die frei gewordenen Thiere in Blasen, auf deren innerer oder äusserer Oberfläche neue Echinococcen sich entwickeln, die anfangs durch einen dünnen Strang mit der Mutterblase zusammenhängen, dann aber frei werden. Daher kommt es, dass die abgelebten Generationen der Echinoccen Blasen darstellen, in wel-

chen wieder andere Blasen enthalten sind, fälschlich Acephalocysten genannt *(Müller)*.

c. **Zeugung durch Keime** (s. S. 15). Die Zeugung der höhern und auch schon vieler niedern Thiere ist an die Bedingung geknüpft, dass zwei geschlechtlich verschiedene Individuen (männliche und weibliche Organismen) derselben oder wenigstens verwandter Art, die Fortpflanzung besorgen (**getrenntgeschlechtliche Zeugung**). Dagegen existiren bei niederen Thieren männliche und weibliche Geschlechtstheile an einem Individuum (**Hermaphrodit**), und dieses kann dann die Fortpflanzung allein besorgen. Wie dem aber auch sei, stets liefern die verschiedenen Geschlechtsorgane verschiedene Zeugungsmittel (s. S. 16); die männlichen eine mit Samenfäden versehene Flüssigkeit (Samen), die weiblichen dagegen das mit einem Keimbläschen und meistentheils mit einem oder mehreren Keimflecken versehene Ei. Alle hermaphroditischen Thiere bilden Samen und Eier zugleich. — **Blos weibliche** Thiere sind früher oft angenommen worden (Polypen, Akalephen, Echinodermen), weil man wohl Eier, aber keine männlichen Geschlechtsorgane fand. Doch existiren die letztern auch an diesen Thieren, lassen sich aber nur sehr schwer (an den Spermatozoen) erkennen.

Die **Geschlechtsorgane** bestehen in den beiden Geschlechtern aus einem **Bildungsorgane** (Hoden, Eierstock), und einem **ausführenden Organe** (Samenleiter, Eileiter); beide Organe können einfach, doppelt oder mehrfach vorhanden sein. Der Eileiter umgibt meist das aus dem Eierstocke kommende Ei noch mit eigenen Secreten, die entweder blos aus Nahrungsstoff bestehen oder auch noch eine Schale um das Ei bilden. Es dient bei vielen Thieren der Eileiter auch zum Aufenthalte des sich entwickelnden Eies und der dazu vorhandene Theil des Eileiters wird dann (einfacher, doppelthörniger oder doppelter) Uterus genannt (wie bei den lebendig gebärenden unter den Fischen, Amphibien, die Säugethiere). Mit dem Samenleiter sind gewöhnlich auch noch Secretionsorgane verbunden, welche ihr Secret dem aus den Hoden kommenden Samen beimischen. Bei vielen von den Thieren, bei welchen eine eigentliche Begattung mit Befruchtung im Innern stattfindet, befinden sich an dem Ende des leitenden Geschlechtstheiles noch die Begattungsorgane. Doch sind bei innerer Befruchtung Begattungsorgane nicht durchaus nöthig, da es schon hinreichend ist, wenn die Cloake des Männchens oder die Papillen der Samengänge auf die Cloake des Weibchens gebracht werden (wie bei den lebendig gebärenden nackten Amphibien und vielen Vögeln). — Das Bildungs- und Leitungsorgan stehen zu einander in verschiedenem Verhältnisse. *a.* Der Leitungsapparat ist die unmittelbare Fortsetzung des Bildungsorganes. Für die männlichen Organe ist dieser Typus der allgemein herrschende, für die weiblichen dagegen nicht (blos bei den mehrsten Wirbellosen und unter den Wirbelthieren bei den Knochenfischen). *b.* Das Bildungsorgan ist ganz vom Leiter getrennt; Ei oder Samen brechen durch die Oberfläche des Bildungsorganes nach der Bauchhöhle hervor, und fallen entweder in diese oder werden sofort vom Leiter aufgenommen. Dieser Typus ist für die männlichen Geschlechtsorgane der seltnere (nur bei einigen Fischen), für die weiblichen der häufigere.

Bei der **Befruchtung** kommt es auf die Einwirkung des Samens auf den weiblichen Keim an (nicht auf die Einwirkung des männlichen auf das weibliche Individuum). Die Befruchtung kann übrigens innerhalb oder ausserhalb des weiblichen Organismus zu Stande kommen. Im erstern Falle kann sie am Eierstocke selbst oder im Eileiter (sobald die Eier noch nicht mit Eiweiss und Schale umgeben sind) erfolgen. — Der innere Vorgang bei der Befruchtung ist noch gänzlich unbekannt. Wollte man sie mit der Befruchtung der höhern Pflanzen vergleichen, wo sich die Pollenzelle selbst im Keimsacke der Samenknospe zum Embryo ausbildet (s. S. 46), dann würde man für die Entwickelung eines Samenfadens zum Fötus innerhalb des Eichens stimmen müssen. Doch scheint dem nicht so zu sein.

Entwickelung des Eies. Die Eier der Thiere werden entweder unabhängig ausser dem mütterlichen Individuum in der freien Natur ausgebrütet und haben dann ihren Nahrungsstoff in sich. Dies ist der Fall bei den Eierlegern *(ovipara)*, zu denen die meisten Wirbellosen und Wirbelthiere (die mehrsten Fische, Amphibien und alle Vögel) gehören. Oder die Eier werden in der Mutter ausgebrütet, wie bei den lebendiggebärenden Thieren *(vivipara)*; dann haben die kleinen Eier ihren Nahrungsstoff nicht in sich. Im letztern Falle können die Eier frei im Uterus liegend bebrütet werden, ohne mit demselben (durch Gefässcotyledonen, Mutterkuchen) verbunden zu sein *(vivipara acotyledona)*, wie bei den giftigen Schlangen, Salamandern, Knorpelfischen, dem Kanguroo. Hier wächst dann das Ei auf Kosten einer eigenen vom Uterus abgesonderten Flüssigkeit. Oder das Ei steht mit dem Uterus in Verbindung (durch Gefässcotyledonen, Mutterkuchen) und erhält dadurch von diesem seine Nahrung *(vivipara cotylophora)*; wie bei dem Menschen, den Säugethieren und einigen Gattungen der Haifische. — Bei allen Thieren scheinen der ersten Bildung des Embryo Veränderungen in der ganzen Dottermasse vorher zu gehen, doch sind diese Veränderungen in verschiedenen Thierklassen verschieden. Bei den nackten Amphibien, Fischen und vielen Wirbellosen zeigt sich zuvörderst, vor dem Erscheinen der ersten Spuren des Embryo, eine regelmässige Furchung des Dotters, während vor der Entwickelung des Embryo der Vögel, beschuppten Amphibien und Säugethiere (denen allen Amnion und Allantois zukommt) dieser Furchungsprocess zu fehlen scheint.

Der **Furchungs-** oder **Zerklüftungsprocess** beginnt wenige Stunden nach der Befruchtung und dauert etwa 8—12 Stunden. Er besteht darin, dass die scheinbar ganz einfache durchaus glatte Dotterkugel durch Einschnürungen an ihrer Oberfläche, die allmälig nach innen fortschreiten, zu einer maulbeerförmigen, aus kleinen rundlichen Körperchen zusammengesetzten Kugel umgewandelt wird. Zunächst wird nämlich der Dotter (durch die erste Meridianfurche) innerhalb der Dotterhaut in 2 Kugeln zertheilt, so dass er nun aus 2 gleichen Hälften besteht; sodann zerfällt jede derselben (durch eine Furche, d. i. die erste Aequatorialfurche, welche die erste Meridianfurche rechtwinkelig schneidet) wieder in 2 kugelförmige Abtheilungen und der Dotter besteht nun aus 4 Kugeln; hierauf theilt sich (durch Enstehen diagonaler Furchen) durch jedesmaliges Zerfallen der bestehenden Abtheilungen in 2 kleinere neue die ganze Dottermasse allmälig in 8, 16, 32 u. s. f. Kugeln, bis endlich als Resultat des Furchungsprocesses 2 Formen von kleineren Kugeln (Mutterzellen) übrig bleiben, aus welchen sich der Embryo herausbildet (s. bei Embryo). *Schwann* hat seine Vermuthung über den Furchungsprocess dahin ausgesprochen, dass derselbe auf einem Zellen-Bildungsprocesse beruhe, indem sich innerhalb des Dotters zuerst 2 Zellen entwickeln, in jeder derselben wieder 2 u. s. w. *Bergmann* hält diesen Process (welcher nach ihm so geschieht, dass die Elementarkörnchen, aus welchen der Dotter besteht, sich in kleinere und immer kleinere Gruppen trennen, die unter sich nicht durch umhüllende Membranen, sondern nur durch ein zähes Bindemittel zusammengehalten werden) für die Einleitung der Zellenbildung, so zwar, dass er nur dazu diene, zunächst immer kleiner werdende Abtheilungen aus der ganzen Dottermasse zu bilden und dass alsdann erst bei der Entwickelung des Embryo um die kleinsten Dotterabtheilungen die eigentlichen Zellenmembranen entstanden. Nach *Reichert* ist aber der Furchungsprocess nichts Anderes, als ein allmälig fortschreitender Geburtsact vielfach eingeschachtelter Mutterzellen, dessen Endresultat die Geburt derjenigen einfachen Dotterzellen ist, welche zum Aufbaue des Gesammt-Zellen-Organismus dienen sollen.

[Ausführlicheres über die Entwickelung der Thiere s. später bei der Entwickelung des Menschen.]

B. Das **Bestehen** der Thiere ist ebenso wie das der Pflanze und das des Menschen an die sogenannten innern und äussern Lebensbedingungen (s. S. 17 u. 45) geknüpft. Wie im menschlichen Körper, sind auch im thierischen Organismus die verschiedenen Organe und Gewebe (mit Ausnahme der Epidermoidalgebilde) während ihres Lebens einer fortwährenden Stoffmetamorphose unterworfen. Wie der menschliche und pflanzliche Organismus durchläuft auch der thierische verschiedene Bildungsperioden oder Lebensphasen, theils progressive, theils regressive (s. S. 18).

1) **Fötalperiode.** Die einfache Organisation des thierischen Keimes wird nach und nach immer zusammengesetzter, und jedes Individuum durchläuft während seiner Entwickelung gewisse Stufen. Einfachere thierische Organismen werden natürlich weniger Stufen zu durchlaufen haben, zusammengesetztere nach dem Grade ihrer Zusammensetzung mehr. Es nahmen deshalb auch mehrere Physiologen (*Autenrieth*, *Meckel*) an, dass eine zusammengesetztere Organisation während ihrer Entwickelung unter gewissen Typen aller Lebensformen existirt habe, und dass die höchste thierische Organisation (ja sogar der Mensch) in ihren verschiedenen Entwickelungsstufen die verschiedenen Stufen des Thierreichs selbst wiedergebe. Allein die Thatsachen sprechen gegen diese Ansicht; zwar können einzelne Organe, welche ziemlich allgemein zur thierischen Organisation gehören, wie die Centralgebilde des Nerven- und Gefässsystems zu verschiedenen Zeiten der Entwickelung bei höhern Thieren Aehnlichkeit mit den Formen derselben bei niedern Thieren zeigen, allein in der Combination aller Gebilde zeigen sich immer Verschiedenheiten, und ein menschlicher Embryo trägt zu allen Zeiten die Spuren der menschlichen Organisation an sich, und in diesem Zusammenhange betrachtet, zeigen sich auch Verschiedenheiten aller einzelnen Organe. — Die Entwickelung des Fötus erfolgt stets nach ganz bestimmten Gesetzen; die einzelnen Organe treten successive und in einer unabänderlichen Ordnung nach einander auf. In letzterer Hinsicht lässt sich sagen, dass die wesentlichen und die speciellen Organisationen am meisten bezeichnenden Gebilde zuerst auftreten, und dass die übrigen in der Ordnung folgen, in welcher sie für die weitere Ausbildung und das Bestehen des Körpers gefordert werden. Das Gebilde z. B., welches die Wirbelthiere wesentlich auszeichnet, ist die

Cerebrospinalachse und deshalb ist das erste Embryonalgebilde, welches man im Wirbelthiere trifft, eben das Rudiment der nervösen Centralorgane. Später erst treten das Herz und das Gefässsystem mit dem Blute, noch später der Darm und am spätesten die Geschlechtsorgane auf. — So wie der ganze Organismus hat auch jedes einzelne Organ seine Entwickelungsstufen; beim ersten Auftreten sehen wir die Gebilde in ihrer einfachsten Form und erst allmälig werden zusammengesetztere Formen durch stete Umwandlung erzeugt. Das Centralorgan des Nervensystems ist z. B. anfangs nicht geschieden, darauf tritt eine Scheidung zwischen Gehirn und Rückenmark auf, und endlich sondert sich das Gehirn in seine einzelnen Theile. Das Herz ist anfangs ein einfacher Schlauch, später trennt es sich der Länge nach in zwei Abtheilungen und zuletzt findet sich die Trennung in seine einzelnen Höhlen ein; u. s. f. [Ausführlicheres über die Bildung des Embryo in den verschiedenen Thierklassen s. später in der menschlichen Embryologie.]

2) **Periode des Wachsens.** In dieser Periode erlangen die Thiere nur durch Metamorphosen ihre vollkommene Organisation und Form, durch Uebung aber die Fertigkeit zu ihren Handlungen. Die grössten Formveränderungen während ihres Wachsthums erleiden die niedern Thiere, so zwar, dass sich bei diesen bisweilen das wachsende und erwachsene Individuum dergestalt von einander unterscheiden, dass man dieselben für generisch verschiedene Thiere halten kann. Eine Meduse z. B. verlässt das Ei in der Form eines Polypen, verändert noch vielfach die Gestalt und schnürt sich zuletzt durch Quertheilung in mehrere scheibenförmige Individuen ab, welche dann sehr bald die gewöhnliche Form annehmen und Fangarme erhalten. Bekannt sind die Metamorphosen bei den Insecten und Batrachiern. Bei den höhern Thiergattungen kommen bedeutendere Formveränderungen nicht mehr vor, die etwaigen Metamorphosen betreffen hier nur einzelne Gebilde, nicht mehr die ganze Gestalt. Bei ihnen bedarf es dagegen einer längern Uebungszeit zur Erwerbung der nöthigen Fertigkeiten. Viele Vögel und Säugethiere z. B. werden sehr hülflos, mit geringer Fähigkeit zum Bewegen, mit Blindheit, geboren; sie müssen deshalb anfangs noch von ihren Aeltern ernährt und später von diesen zu ihrer Selbsterhaltung eingeübt werden. Nur bei den einfachsten Thieren ist die Nahrungsaufnahme die einzige Handlung für die Erhaltung des Individuums; höhere Thiere handeln dagegen im Interesse ihrer Existenz (gegen ihre Feinde, gegen Wind und Wetter u. s. w.) auf sehr verschiedene Weise.

3) **Periode der Blüthe** (der Pubertät). Es erscheint hier der Gattungscharakter ausgeprägt, der Geschlechtscharakter mit den Geschlechtsfunctionen entwickelt sich und es hebt sich die Individualität hervor. Ausser dass z. B. die Thiere ihre völlige Grösse erst in dieser Periode erreichen, verändert sich auch ihr Aussehen, und in ihren Handlungen (in den höhern Thierklassen auch in der Stimme) treten nicht unbedeutende Veränderungen ein. Das männliche Thier unterscheidet sich jetzt mehr von dem weiblichen; im Allgemeinen treffen wir bei männlichen Individuen eine lebhaftere Farbe, eine stärkere Bewaffnung, ein grösseres Bedürfniss nach Nahrung und eine weit kräftigere Bewegung an. Sehr verschieden gestalten sich bei den verschiedenen Thieren die Zeugungsvorgänge (s. später bei Zeugung des Menschen), und individuelle Verschiedenheiten in den Handlungen verschiedener Thiere derselben Art und desselben Geschlechts kommen um so mehr zu Tage, je zusammengesetzter die thierische Organisation ist, je höher das Thier steht.

4) **Periode des Welkens und Sterbens** (s. S. 47). Diese Periode tritt mit dem abnehmenden oder erlöschenden Zeugungsvermögen ein und charakterisirt sich durch Abmagerung, Zusammenschrumpfen oder Verhärtung der einzelnen Gewebe; deutlicher noch kündigt sie sich durch Stumpfheit der Wahrnehmung und Schwäche in den Handlungen an. Niedere Thiere, die sich schnell entwickeln und eine grosse Fruchtbarkeit besitzen, sterben bald; dagegen erreichen höhere Lebensformen, die sich langsam entwickeln, allmälig

zur Zeugung reifen und keine grosse Fruchtbarkeit besitzen, ein hohes Alter. Der **Tod** selbst (s. S. 22) tritt nie als ein einziges Moment auf, sondern immer als ein successives, bald schnelleres, bald langsameres, Aufhören der verschiedenen Thätigkeiten des Organismus. Nach dem Tode erscheint sodann die freiwillige Zersetzung des Körpers (s. S. 23), welche Fäulniss, Verwesung oder Vermoderung sein kann.

Aeussere Lebensbedingungen für die Thiere sind: Wärme, atmosphärische Luft, Wasser und Nahrung (s. S. 19); ausserdem bedürfen sie aber auch noch mehr oder weniger der Lebensreize (s. S. 21).

C. **Zusammensetzung** des thierischen Organismus (s. S. 24 und 49). Sowohl hinsichtlich der Mischungs- als Formbestandtheile haben Thier und Mensch die grösste Aehnlichkeit mit einander, selbst in den verschiedenen Geweben und Systemen weichen sie nur hier und da und im Ganzen sehr wenig von einander ab. So ziemlich dieselben Elementarstoffe, dieselben unorganischen wie eigenthümlich organischen (thierischen) Verbindungen der Elemente, sowie dieselben verschiedenartigen Fortbildungen der Zelle trifft man in beiden.

a. Mischungsbestandtheile der Thiere.

Im thierischen Körper finden wir hauptsächlich Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff (gewöhnlich in quaternärer Verbindung); der Stickstoff ist aber als Basis aller thierischen Bildungen anzusehen (deshalb wurde er auch *Zoogenium* genannt). Seltener schon erscheinen Schwefel, Phosphor und Chlor; Jod und Brom möchten nur bei Seethieren (bei Clupeen, *Janthina violacea*) bis jetzt gefunden worden sein; Fluor und Silicium treten in den höhern Thieren nur selten und in kleiner Menge auf, dagegen kommt die Kieselerde in den niedern Thieren, da sie die Panzer vieler Infusorien bildet, in grosser Menge vor. Von den Metallen gehen nur wenige in die Zusammensetzung des thierischen Körpers ein; in bedeutender Menge findet sich nur das Calcium, welchem das Thierskelett seine Festigkeit verdankt; in vielen festen und flüssigen Theilen zeigt sich noch Kalium und Natrium, hier und da Eisen, selten und in unbedeutender Menge Magnesium und Manganium; nicht constant und vielleicht nur zufällig beigemischt ist Kupfer und Arsenik entdeckt worden.

Unorganische Verbindungen (binäre). Am verbreitetsten ist unter diesen Verbindungen das Wasser, welches fast vier Fünftel des thierischen Körpers, ja bei Fischen, Amphibien, Mollusken und vorzugsweise bei den Radiaten noch mehr bilden soll. Nächst dem Wasser sind sodann die Kalkverbindungen am weitesten verbreitet, denn phosphorsaurer Kalk bildet nicht nur hauptsächlich das Skelett der Wirbelthiere, sondern findet sich auch aufgelöst in vielen thierischen Flüssigkeiten; der kohlensaure Kalk ist dagegen die Grundlage der festen Theile wirbelloser Thiere. Fluorcalcium zeigt sich im Schmelz der Zähne und in den Knochen, Chlorcalcium im Speichel und Magensafte. In den Knochen trifft man neben den Kalksalzen auch noch auf Spuren von phosphorsaurer und vielleicht kohlensaurer Talkerde, welche letztere auch im Harne pflanzenfressender Thiere vorkommt. Dem Kalke hinsichtlich der Verbreitung im Thierkörper am nächsten stehen die Verbindungen des Natrium; so ist salz- und phosphorsaures Natron ziemlich allgemein verbreitet (im Blute, in der Milch, dem Harn, überhaupt in den Secretionsflüssigkeiten); kohlensaures Natron findet sich nur spurweise im Blute und in der Lymphe; Chlornatrium ist meist an Chlorcalcium gebunden, Pflanzenfresser sollen

reichlicher damit versehen sein als Fleischfresser. Schwefelsaure Alkalien finden sich nur in geringer Menge im Thierkörper in den Secreten (gar nicht in Milch, Galle und Magensaft), häufiger in den Excreten (Harn). Chloreisen wurde nur im Magensafte entdeckt; wie das Eisen sich im Blute vorfindet, ist noch unausgemacht. Freie Salzsäure findet sich im Magen- und Blinddarmsafte; Kieselsäure, in sehr geringer Menge, in einigen flüssigen (Harn, Speichel) und festen Theilen (Haare, Knochen); Ammoniaksalze, welche man in der Pflanze doch in so grosser Menge antrifft, scheinen im thierischen Körper gar nicht erzeugt und auch nicht in den belebten Theilen gefunden zu werden, sondern, wenn sie vorkommen (im Urin, Schweiss), Producte der Zersetzung oder chemischen Behandlung zu sein.

Organische Verbindungen (thierische Stoffe). Sie zeigen sich stets flüssig oder festweich, gehen aus dem flüssigen Zustande in den festen über, und machen die wesentliche Grundlage aller thierischen Theile aus. Man muss die eigenthümlichen thierischen Verbindungen eintheilen: in stickstoffhaltige, denen zum grössten Theile ein gemeinschaftliches Radical (welches man bis jetzt Protein zu nennen pflegte) zu Grunde zu liegen scheint, und in stickstofflose, hauptsächlich von den Fetten gebildet. Zu den ersteren, welche fast stets mit Phosphor, Schwefel, Natron oder Kalk verbunden vorkommen, gehören: der Faserstoff (Fibrin), welcher aufgelöst im Blute, geronnen vorzugsweise in den Muskeln existirt; Eiweissstoff (Albumin), in den meisten thierischen Flüssigkeiten; Globulin (Krystallin) ist der Hauptbestandtheil der Blutkörperchen und der Krystalllinse; Käsestoff (Casein), in der Milch aller Säugethiere; Knochen- und Knorpelleim (Glutin und Chondrin) entsteht erst durch längeres Kochen der Knochen, Knorpel, Sehnen, Häute u. s. w. (Knochenleim scheint in der Hausenblase schon gebildet zu sein); Hornstoff (Keratin), in den Epithelien, Haaren, Nägeln, Hörnern. Diesen genannten Stoffen hinsichtlich der Zusammensetzung nahe verwandt, sind noch: das Pepsin (im Magesafte) und vielleicht das Ptyalin, Kreatin (im Fleische), Xanthin (Harnoxyd), Allantoin, Cystin, Melanin, Hämatin, Bilin, Chitin, der Harn-, Gallenfarb- und Schleimstoff (doch sind die meisten der letztgenannten Stoffe noch sehr zweifelhafte). — Von den thierischen Säuren sind die Harnbenzoë- oder Hippursäure (im Harne pflanzenfressender Thiere), sowie die Harnsäure (im Harne der meisten Thiere, besonders in den Excrementen der Amphibien) stickstoffhaltig. — Von den stickstofflosen thierischen Substanzen sind die Fette sehr allgemein verbreitet, so dass sie sich fast in allen Geweben und Flüssigkeiten auffinden lassen. Sie sind meistens Gemenge mehrerer Fettarten, besonders des Stearins, Margarins und Elains; auch scheinen ausserdem noch andere eigenthümliche fette Materien im Thierreiche vorzukommen, wie: Serolin (im Blute), Butyrin (in der Butter), Hircin (im Hammel- und Bocktalge), Phocänin (im Thran mehrerer Fische), Cetin, Wallrathfett (im *sperma ceti*), Cholestearin, Gallenfett (in der Galle, den Gallensteinen, einigen krankhaften Secretionen), Ambrin (der Hauptbestandtheil der Ambra), Castorin (im Bibergeil), Cerebrin, Hirnfett. Noch gehören zu den stickstofflosen Substanzen: die Fettsäuren der verschiedenen Fette; der Milchzucker, welcher sich nur in der Milch der Säugethiere findet; die Milchsäure, in der sauren Milch und in allen Flüssigkeiten des thierischen Körpers; die Ameisensäure (Formylsäure), bereits gebildet in den Ameisen; Lithofellinsäure, in den Bezoaren (Gallensteinen). — Verbindungen unorganischer Basen mit organischen Säuren (sogen. organisch-saure Salze, halborganische Verbindungen) sind: milch-, harn-, chol- und fettsaures Kali, Natron, Kalk, Magnesia u. s. w.

[NB. Ausführlicheres über diese Stoffe s. später in der Anthropochemie.]

b. Formbestandtheile der Thiere.

Im thierischen Körper trifft man sowohl auf flüssige, wie auf feste Materien, welche zur Zusammensetzung desselben beitragen; die erstern (entweder tropfbar- oder elastisch-flüssige) machen in der Regel den bei weitem grössten Theil aus. Alle diese Bestandtheile sind innig unter einander vereinigt, denn alle festen Theile sind von den anhaftenden oder eingeschlossenen Flüssigkeiten durchzogen, an diese sind die luftförmigen Stoffe gebunden und in den flüssigen schweben feste Substanzen als Körnchen. Nur ein Wechselverkehr zwischen diesen Theilen erhält das Leben; so nehmen alle festen Theile ihren Ursprung sowohl, als die zu ihrem Wachsthum und Fortbestehen nöthigen Stoffe aus den flüssigen Theilen, und nach ihrem Absterben kehren sie wieder in die flüssige Form zurück. Alles was in die thierische Substanz ein- oder ausgeführt werden soll, muss vorher flüssig gemacht werden, und so hängt denn auch die Beschaffenheit der flüssigen Theile wieder von den Thätigkeitsäusserungen der festen ab. — Die Gase finden sich entweder ganz frei, oder an tropfbare Flüssigkeiten gebunden oder mit Dünsten gemengt vor. Tropfbar-flüssige Bestandtheile sind: die Ernährungsflüssigkeit, welche alle Theile durchtränkt und das Material zur Bildung der Gewebe liefert; Bildungs- oder Ernährungssäfte, durch Röhren (Gefässe) im Körper herumgetrieben und zur Erneuerung der Ernährungsflüssigkeit dienend (Blut, Chylus, Lymphe); und die Se- und Excretionsflüssigkeiten. Die festen Bestandtheile, denen stets eine bestimmte Gestalt und Lage, sowie bestimmte physische Eigenschaften zukommen, bilden sich aus der Ernährungsflüssigkeit (Cytoblastem, Blastem, Keimstoff, parenchymatöse oder Urbildungsflüssigkeit) hervor, und zwar, wie bei den Pflanzen (s. S. 54), durch Erzeugung von Körnchen (Kernkörperchen, *nucleoli*), Kernen (Zellenkernen, *nuclei*, Cytoblasten) und Zellen, welche letztere sich sodann zu den verschiedenen Geweben fortentwickeln. Doch scheint es, als ob weder die Kernkörperchen zum Entstehen der Zellenkerne, noch diese zur Bildung der Zellen durchaus nöthig wären, wie dies bei der vegetabilischen Zellenbildung der Fall zu sein scheint. (Ausführlicheres hierüber s. später bei der Zellenbildung im menschlichen Körper). *Schwann* theilte nach den verschiedenen Metamorphosen der Zellen die thierischen Gewebe in folgende 5 Klassen:

I. Isolirte, selbstständige Zellen, die entweder in Flüssigkeiten frei schwimmen, oder wenigstens lose und beweglich neben einander liegen, wie die Lymph-, Blut-, Schleim-, Colostrum- und Eiterkörperchen. Alle diese Zellen, mit Ausnahme der Blutkörperchen, sind rund und am wenigsten entwickelt; diese dagegen platt und schon von etwas höherer Entwickelung. Der Kern dieser Zellen bleibt für immer, das Stroma ist hier eine Flüssigkeit. Auch das Ei kann man hierher rechnen.

II. Selbstständige, zu zusammenhängenden Geweben vereinigte Zellen. Zu diesen gehören die sogenannten hornigen Schichtgebilde, wie Epidermis, Epithelium, schwarzes Pigment, Nägel, Haare, Klauen, Federn, Krystalllinse.

III. Gewebe, in denen die Zellenwände unter einander oder mit der Intercellularsubstanz verschmolzen sind: d. s. die festesten Gebilde des thierischen Körpers, nämlich die Knorpel, Knochen, Zähne.

IV. **Gewebe, die aus Zellen entstehen, welche sich in Faserbündel fortsetzen** (Faserzellen); zu ihnen gehört: das Zellgewebe, Sehnen- und elastische Gewebe.

V. **Gewebe, die aus Zellen entstehen, deren Wände und Höhlen mit einander verschmelzen**; es sind: das Muskel-, Nerven- und Gefässgewebe.

Es lassen sich die **Metamorphosen der Zellen** (mit *Valentin*) auch unter folgende Gesichtspunkte bringen: 1) die Wandungen der Zelle werden dichter und es lagert sich in ihrem Innern ein charakteristischer Inhalt ab, welcher zuletzt die ganze Zelle ausfüllt, so dass selbst von dem frühern Kerne keine Spur mehr vorhanden ist (Fett). — 2) Der charakteristische Inhalt lässt den Kern, der nur durchsichtiger und gleichartiger wird, fortbestehen. Die Zelle selbst bleibt rundlich oder wird polyedrisch, kelchartig, bandförmig, erhält sternförmige Fortsätze u. dgl. (Pigment). — 3) Die Zelle selbst bleibt seltener rund, sondern wird häufig polyedrisch oder cylindrisch; ihre Wände verhornen in geringem Grade; ihr Kern wird oft milchglasartig durchsichtig; ihre Oberfläche bleibt glatt oder belegt sich mit Flimmerhaaren (Epithelien). — 4) Die Zelle verhornt stärker, wird platt und blättchenartig (Oberhaut, Nägel, Haare). — 5) Es kommt auf ähnliche Weise ein Plattwerden zu Stande; die durchsichtig bleibenden Zellen, welche auf diese Art in bandartige Fasergebilde übergehen und deren Kerne immer heller und unkenntlicher werden, heften sich inniger an einander, so dass zuletzt eine einfache Membran resultirt (innerste Gefässhaut unterhalb des Pflasterepitheliums derselben). — 6) Es erzeugen sich platte Bänder, welche in bestimmten ziemlich regelmässigen Entfernungen rundliche bis länglichrunde Kerne führen, sich häufig in den Zwischenräumen zwischen diesen auf ihre schmale Kante umlegen und daher leicht das täuschende Ansehen von varikösen Fasern annehmen. Während die Kerne immer mehr schwinden, zerfasert sich das Band in eine Menge von Längsfäden (Zellgewebe, Sehnen u. dergl.). — 7) Es entstehen hohle Röhren, welche zuerst in ziemlich regelmässige Entfernungen gestellte Kerne in ihrem Innern darbieten. Diese werden nach und nach aufgezehrt, während die übrigen Theile der Röhre in die späteren charakteristischen Gewebselemente übergehen. (Quergestreifte Muskelfasern, wahrscheinlich auch die Primitivfasern der Nerven und die Linsenfasern). — 8) Die ursprüngliche Zelle umlagert sich mit immer neuen Zellen, die einen charakteristischen Inhalt führen (Nervenkörper). — 9) Es entstehen in der Zelle neue Zellen (Tochterzellen), welche wiederum ähnliche Bildungen in sich selbst zu erzeugen im Stande sind. (Knorpelgewebe). — Die Kerne selbst können später durch blasige Ausdehnung in Zellen oder (nach *Henle*) durch lineare Verschmelzung in Fasern (Kernfasern) übergehen.

Gewebe und **Systeme**. Die entfernteren und nähern Form- und Mischungsbestandtheile des thierischen Körpers bilden durch ihre mannichfaltigen Verbindungen unter einander die verschiedenen **Gewebe** (*telae*, *textus*, d. s. die nächsten in die Textur der Organe eindringenden und ihre Grundlage bildenden Bestandtheile des Körpers, deren Eigenschaften wir noch mit einiger Sicherheit wahrnehmen können). Sie unterscheiden sich deutlich von einander durch einen von der bestimmten Ordnung und dem Verhältnisse der Zusammenfügung ihrer Theile abhängigen, besondern, selbstständigen, specifischen Charakter, der sich durch gewisse physikalische Eigenschaften, chemisches Verhalten und bestimmte Aeusserungen lebendiger Thätigkeit beurkundet. Zu diesen Geweben, von welchen sich ein jedes durch seine wesentlichen Eigenthümlichkeiten leicht erkennen lässt, rechnet man gewöhnlich: das **Binde-**, **Muskel-**, **Nerven-**, **Gefäss-**, **Knochen-**,

Knorpel-, Horn-, Sehnen-, elastische, seröse, Lederhaut-, Schleimhaut-, Drüsen- und erectile Gewebe. Durch die Vereinigung verschiedener Gewebe in höchst mannichfaltige Combinationen, Anordnungen und Formen werden diejenigen Theile des Körpers zusammengesetzt, welche wir während des Lebens mancherlei Verrichtungen ausüben sehen, die Werkzeuge für die Ausübung verschiedenartiger Lebensäusserungen, Organe. Stellt man diese nicht nur nach ihrer gleichartigen Construction zusammen, sondern ordnet sie auch nach ihren gemeinschaftlichen Structurverhältnissen und ihren von Textur und Structur abhängigen Functionen im lebenden Körper, so erhält man die organischen Systeme, welche nach *Bichat* zerfallen: *a.* in allgemeine, wie das Zell-, Gefäss- und Nervensystem, die durch den ganzen Körper in ununterbrochenem Zusammenhange verbreitet sind, an der Zusammensetzung fast aller Organe (mit Ausnahme der einfachen Gewebe) Theil nehmen und zur Erhaltung und Belebung des ganzen Körpers beitragen; und *b.* in besondere (eigenthümliche Systeme einzelner Apparate), wie das Horn-, Knorpel-, Knochen-, Zahn-, fibröse, Muskel-, seröse, Haut- und Drüsensystem, welche sich nicht überall im Körper vorfinden, sondern nur gewisse Gebilde darstellen, die unter einander weniger genau oder gar nicht zusammenhängen, und nur besondern Zwecken dienen. — Diejenigen Organe von eigenthümlich zusammengesetztem Baue, deren einzelne Bestandtheile zwar einem jener Gewebe oder Systeme angehören, die aber, als ein Ganzes, keinem einzelnen derselben beigeordnet werden können, nennt man Eingeweide. — Nach ihrer Zusammensetzung und ihrer physiologischen Bedeutung kann man (mit *Weber*) die Gewebe, wie folgt, eintheilen.

A. **Einfache Gewebe**, *telae simplices*, **Schichtgebilde** (nach *Burdach*, weil ihre Elementartheile schichtweise gebildet und gelagert sind). Sie besitzen weder Nerven, noch Gefässe (insofern auch unorganisirte genannt), auch wenig oder gar kein Zellgewebe, sondern bestehen aus einer im Ganzen gleichartigen, einförmigen, mehr oder weniger starren Substanz, die nur bisweilen in ihren verschiedenen Schichten einige Modificationen zeigt; sie gehen nicht in die Bildung anderer Gewebe ein, sondern haben ihre Lage an den Oberflächen des Körpers, wo sie mit gefäss- und nervenreichen Theilen, die entweder eine ebene Fläche (bei den Epithelien und Nägeln) oder einen Sack (bei den Haaren, der Linse) darstellen, zusammenhängen, und von diesen erzeugt und ernährt (deshalb *matrix* derselben genannt) werden. Die Erzeugung dieser Gewebe geschieht nur von der Stelle aus, wo sie mit ihrer *matrix* verbunden sind, (nicht durch ihr ganzes Gewebe) und zwar so, dass dieselbe aus ihrem Blute ein flüssiges Cytoblastem absetzt, in diesem sich Zellen bilden und diese, anfangs weich, nach und nach aber nach der Natur des Gewebes erstarrend und sich verändernd, sich in Schichten an einander legen und sodann von den nach ihnen entstandenen neu gebildeten Zellen immer weiter von der Matrix nach der Oberfläche hin fortgeschoben werden. Diese Gewebe vermögen also nicht, sich durch eigene Bildungskraft zu erhalten, und ihre Masse befindet sich nicht wie die anderer Theile in fortwährender Umwandlung, indem diese immer wieder aufgesogen und neu abgesetzt wird, sondern sie wachsen nur durch fortgesetzte Apposition von einer Seite her. — Wegen ihres Baues sind einfache Gewebe im gesunden und kranken Zustande unempfindlich, werden weniger leicht von Krankheiten befallen und der Nutzen, den sie dem Organismus leisten, rührt

nicht von ihren Lebenseigenschaften, sondern von ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften her. Er besteht darin, dass sie die lebensthätigen Organe beschützen und isoliren, die Einwirkung äusserer Körper, so wie die Mittheilung nach aussen beschränken und als Leiter bei einer dem beschützten Organe angemessenen Wechselwirkung mit der Aussenwelt dienen. — Die Zellen, aus denen diese Gewebe gebildet sind, bleiben in der Regel selbstständig (s. S. 77) und legen sich dicht an einander, ohne zu verschmelzen, wie im Horngewebe und bei dem Gewebe der Linse; doch kommt auch Verschmelzung derselben unter sich und mit der Intercellularsubstanz vor, wie beim Gewebe des Zahnschmelzes und Zahnbeins. Die Grundform der Zellen ist auch hier die Kugelform, die aber bei dem dichten Zusammenliegen derselben in eine polyedrische (s. S. 78) übergeht. Von dieser Grundform kommen Modificationen nach 2 entgegengesetzten Richtungen vor, indem sich die Zellen entweder zu Tafeln abplatten, oder in Cylinder und Fasern verlängern. Der Zelleninhalt ist entweder eine durchsichtige Flüssigkeit, oder eine feinkörnige Masse, oder Pigmentkörnchen, oder er fehlt ganz; der Zellenkern ist meistens resorbirt; die Menge des Cytoblastems ist sehr gering, oder es fehlt auch ganz.

I. **Horngewebe**, *tela cornea*, dessen gemeinschaftliche chemische Grundsubstanz der Hornstoff, *Keratin*, ist, findet sich an der freien, gefässreichen Oberfläche des Hautsystems und ist das einfachste, einförmigste, dem Pflanzengewebe ähnliche Gewebe des thierischen Körpers, welches aus lauter dicht an einander gefügten nnd verschieden gestalteten Zellen besteht, die aber, vermöge ihrer Lebensthätigkeit, ebenso wie die Zellen anderer Gewebe, einen gewissen Lebenscyclus durchlaufen, von ihrer Entstehung aus dem formlosen Cytoblastem an bis sie sich zuletzt in ihrer oberflächlichsten, ältesten Schicht abnutzen, absterben, gleichsam verwittern und losstossen, während sie in der Tiefe immerfort einen neuen Zuwachs junger Zellen erhalten. Es ist also die frühere Ansicht, nach welcher man das Horngewebe für an der Luft erstarrte, gleichsam todte Gebilde ohne alle innere Gestaltung ansah, ganz falsch, und was man als einförmige Hornsubstanz ansah, sind entweder blos die Zellenwände (ohne Inhalt), oder die Wände mit Inhalt. Je nachdem sich die Hornzellen in der Fläche oder in einer gegen die Fläche senkrechten Richtung ausdehnen, bilden sie Plättchen und Schüppchen (membranartige Horngebilde), oder cylindrische Körper (fadenartige). — Nutzen: Da die Horngebilde schlechte Leiter der Wärme, Luft, wässrigen Feuchtigkeit und Elektricität sind, so beschränken und mässigen sie den Verkehr des Organismus mit der Aussenwelt in dieser Beziehung, doch heben sie ihn nicht ganz auf; sie schützen den Körper vor mechanischen Verletzungen, verhüten ein zu starkes Ein- und Ausdringen von Wärme und Feuchtigkeit, und scheinen hier und da auch zum Schmucke zu dienen. Das Horngewebe ist etwas hygrometrisch und kann durch Reiben elektrisch werden.

a. Membranartige Horngebilde (Epithelien) überziehen alle freien Oberflächen des Körpers (mit Ausnahme der seitlichen und hintern Wände der Augenkammern und der grössern Höhlen im Zellgewebe) und stellen ein aus einer mehr oder minder dicken Schicht isolirter kernhaltiger Zellen bestehendes Gewebe dar. Der an der freien, mit fremden Stoffen in Berührung kommenden äussern (Haut-) und innern (Schleimhaut-) Oberfläche befindliche Hornüberzug, schützt dieselben gegen die feindliche Einwirkung äusserer Einflüsse; dagegen gibt der geschlossene (seröse) Höhlen auskleidende denselben auch noch eine glatte Oberfläche und erleichtert dadurch die Bewegung der in ihnen befindlichen Organe und Flüssigkeiten. Zu ihnen sind zu rechnen:

1) *Epidermis*, der äusserste Ueberzug der Haut.
2) *Epithelium*, sowohl der Schleimhaut, als
3) *Epithelium* der serösen Haut.

b. Hornplatten, d. s. die Nägel, welche, härter und spröder als das Oberhautgewebe, aus platten und trocknen, nur höchst selten mit der Spur

eines Kernes versehenen, deutlich zu Schuppen an einander gefügten und in Schichten geordneten Zellen bestehen.

c. Fadenförmige Horngebilde, d. s. Haare, haben einen etwas zusammengesetzteren Bau als die früheren Horngebilde und nähern sich ihrer Structur nach schon den höher organisirten Geweben.

II. Zahngewebe, *tela dentium.* Die Zähne, die sich hinsichtlich ihres Gewebes dem Knochensysteme anschliessen, bestehen aus 3 festen Substanzen, von denen die innerste, gewissermaassen die Grundlage des Zahnes, das Zahnbein ist, welches an seiner äussern Fläche noch vom Zahnschmelze und vom Cemente überzogen wird. Zu den einfachen Geweben können nur die beiden erstern Zahnsubstanzen gerechnet werden, die letztere gleicht hinsichtlich ihres Baues vollständig dem Knochengewebe.

a. Gewebe des Zahnschmelzes, überzieht blos die Krone des Zahnes, und besteht aus lauter dicht neben einander liegenden, soliden, 4—6seitigen Prismen oder Fasern, zu welchen die Zellen verschmolzen sind.

b. Gewebe des Zahnbeines, besteht aus einer homogenen hellen, durchsichtigen Grundlage und feinen Fasern, welche wahrscheinlich hohl sind.

III. Gewebe der Glashäute (?), zu denen man (nach *Henle*) rechnen könnte: die Linse und Linsenkapsel, die Glas- und Wasserhaut, den innersten Ueberzug der Retina und den äussersten Ueberzug des Spiralblattes der Schnecke.

B. Zusammensetzende Gewebe, *telae componentes* (allgemeine Gewebe *Bichat's*); sie tragen zur Zusammensetzung aller zusammengesetzten Gewebe bei, sind durch den ganzen Körper verbreitet und durchdringen, die einfachen Gewebe ausgenommen, alle Organe, die Grundlage derselben bildend. Sie sind ihrem Baue nach nicht so einfach, wie die vorigen Gewebe, sondern schon mehr zusammengesetzt, und werden durch stete Resorption und Neubildung ihrer Masse erhalten. Es sind:

I. Zellgewebe, *tela cellulosa*, **Bindegewebe**; diesem hat man unter den sogenannten organisirten (d. h. mit Gefässen und Nerven durchzogenen) Theilen wegen seiner Verbreitung, wegen der Leichtigkeit, womit es sich wiedererzeugt, und wegen des geringen Antheils, den es an den höhern animalischen Functionen nimmt, die niedrigste Stelle angewiesen, und es schliesst sich in dieser Beziehung zunächst an die hornigen Gebilde an. Die letzten Elemente des Bindegewebes sind lange und sehr feine, weiche, wasserhelle Fäden (Zellenfasern), die selten einzeln, meist zu Bündeln vereinigt neben einander liegen, von Kernfasern umschlungen und durch einen festen oder formlosen Keimstoff verbunden sind. Nach seinem Vorkommen im Körper und seiner Gestaltung unterscheidet man formloses und geformtes, und von ersterem wieder atmosphärisches und parenchymatöses Zellgewebe. Das geformte Bindegewebe erscheint in Häuten, Scheiben, Bläschen oder Strängen, die meist ein faseriges Ansehen haben und entweder contractil oder nicht contractil sind; zu ersteren gehören: die äussere Haut, die *tunica dartos*, das Balkengewebe der *corpora cavernosa penis (urethrae* und *clitoridis)*, die Längs- und Ringfasern der Venen und Lymphgefässe; die nicht contractilen geformten Zellgewebsgebilde sind: das fibröse und seröse Gewebe, die Zell- und Gefässhäute.

a. Atmosphärisches, Umhüllungs-, Verbindungszellgewebe, füllt die zwischen einzelnen Theilen befindlichen Lücken aus, bildet um die Oberfläche der meisten Organe eine Art Atmosphäre, die mit Feuchtigkeit durchdrungen ist und zugleich die einzelnen Organe unter einander verbindet, ohne aber deren Beweglichkeit zu hemmen.

b. Parenchymatöses, zusammensetzendes, Organen-Zellgewebe, liegt im Innern fast aller Organe, zwischen deren Elementartheilen (mit Ausnahme der einfachen Gewebe), und nimmt nach seiner Menge mehr oder weniger Antheil an ihrer Zusammensetzung. Vorzüglich ist es in

den Organen angehäuft, welche eine grössere Lebendigkeit besitzen, und in den sogenannten Zellhäuten.

II. Gewebe der allgemeinen Gefässhaut, *tela membranae vasorum communis*. Dieses Gewebe besteht in einer äusserst feinen, glatten, wasserhellen, aus feinen, dicht gedrängten, platten Fasern gebildeten, ziemlich steifen und brüchigen Haut, welche um den Lebenssaft eine Wandung bildet, also die Wände der Gefässhöhlen auskleidet und, mit einem Epithelium an ihrer innern Oberfläche überzogen, die innerste Haut aller Gefässe, sowohl der Blut- wie Lymphgefässe abgibt. Diese steht durch das ganze Gefässsystem in ununterbrochenem Zusammenhange, stellt also der Strömung des Blutes und der Lymphe gemäss ein kreisförmig geschlossenes Ganze von Kanälen dar, und wird bei den verschiedenen Arten der Gefässe an ihrer Aussenfläche noch von verschiedenen Häuten umkleidet. Sie nimmt ganz vorzüglichen Antheil an der Bildung von Gefässhäuten (wie die *pia mater, choroidea*), von sogenannten Blutdrüsen (Schilddrüse, Milz, Thymus, Nebennieren, Placenta) und von erectilen Organen (*corpora cavernosa*).

III. Nervengewebe, *tela nervea;* es ist das Organ des animalen Lebens und besteht aus weichen, von einer breiigen Substanz gebildeten Fasern oder Röhren und kugelförmigen Körpern (Ganglienkugeln), welche Theile in besondere Hüllen eingeschlossen und mit Zellgewebe, Fett und Blutgefässen umzogen sind. Diese wesentlichen Elementartheile des Nervengewebes liegen entweder in grössern Massen beisammen und bilden das Gehirn, Rückenmark und die Ganglien, oder ziehen sich in Gestalt von baum- und netzförmig verzweigten Fäden, d. s. die Nerven, durch den ganzen Körper. Das Nervengewebe ist, wie das Gefässsystem, in vollständiger Continuität im Körper verbreitet, zeigt aber keine Bewegung und führt keine sinnlich wahrnehmbare Flüssigkeit von einer Stelle zur andern. Nach seiner Function theilt man das Nervensystem in das animale (willkührliche oder Cerebro-Spinal-Nervensystem) und das vegetative (nicht willkührliche, sympathische), von denen jedes wieder einen centralen und peripherischen Theil hat.

C. **Zusammengesetzte Gewebe**, *telae compositae;* sind entweder einfachere oder zusammengesetztere.

a. **Einfachere zusammengesetzte Gewebe, die keine deutlich sichtbaren Nerven und sehr wenig oder keine rothes Blut führenden Kanäle besitzen.** Sie sehen weiss, gelblich oder durchsichtig aus, haben wegen ihrer Blutarmuth keine rothe Farbe und sind wegen des Nervenmangels unempfindlich; zeigen keine deutlichen Lebensbewegungen; der Ernährungsprocess geschieht in ihnen sehr langsam, und sie nützen dem Körper durch ihre physischen Eigenschaften. Zu diesen Geweben sind zu rechnen:

I. Knorpelgewebe, *tela cartilaginea*, nützt dem Körper durch seine Elasticität und Biegsamkeit, neben seiner Festigkeit, wodurch es eine bestimmte Form bei vieler Nachgiebigkeit behaupten kann. Es besteht aus einer homogenen Grundsubstanz, die aber faserig werden kann, und aus Zellen (Knorpelkörperchen), die in grösserer oder geringerer Zahl in die Grundsubstanz eingestreut sind. Knorpel mit homogener Grundlage heissen ächte, wahre, die mit faseriger Grundlage Faserknorpel. Mit Knochenerde verbunden bildet das Knorpelgewebe die Substanz der Knochen.

II. Knochengewebe, *tela ossea*, bildet vermöge seiner Starrheit und Härte die Grundlage des Körpers, ein Gerüst von Stützen und Hebeln (passive Bewegungsorgane), und Höhlen für die edleren Organe. Es besteht aus einer mehr oder weniger porösen und von Kanälchen durchzogenen Masse, die aus einem organischen, knorpligen und einem unorganischen, erdigen Bestandtheile zusammengesetzt ist, und hat einen lamellösen Bau.

III. Sehniges Gewebe, *tela tendinea*, verbindet mit grosser Festigkeit eine bedeutende Biegsamkeit und widersteht dennoch der zu starken Aus-

dehnung. Es ist aus nicht contractilem Zellgewebe construirt und bildet: Bänder, durch welche Knochen und Knorpel beweglich und unbeweglich mit einander verbunden werden; Sehnen, zur Verlängerung und Befestigung der Muskeln; Häute und Scheiden, um Theile zu schützen und in ihrer Lage zu erhalten.

IV. **Elastisches Gewebe**, *tela elastica*, ist im Körper da angebracht, wo Theile einer gewissen Ausdehnung oder Bewegung fähig sein, der bewegenden Kraft einen angemessenen Widerstand leisten und bei nachlassender Ausdehnung von selbst ihren vorigen Umfang oder ihre Lage wieder einnehmen sollen. Es ist nicht nur hinsichtlich seiner chemischen und physikalischen Eigenschaften, sondern auch seinem Vorkommen im Körper nach dem Zellgewebe nahe verwandt, indem es bald zerstreut andern Gebilden eingewebt, bald in Masse zu platten Bündeln und Membranen vereinigt ist.

V. **Seröses Gewebe**, *tela serosa*, bildet stets geschlossene, dünnhäutige, grössere und kleinere Blasen, die in ihrem Innern entweder leer sind, nur mit etwas wässrigem Liquor befeuchtet, oder mit dicker, eiweisshaltiger Flüssigkeit gefüllt. Sie liegen zerstreut im Körper herum; erstere (Visceralblasen) befinden sich zwischen Eingeweiden, welche nach innen in sie hineingestülpt und dadurch aufgehangen, von einander geschieden und in ihrer Bewegung durch den serösen Liquor der Blase begünstigt sind. Letztere (Synovialsäcke, Schleimbeutel) haben ihre Lage zwischen Bewegungsorganen und sind gegen Druck und Reibung angebracht. Die seröse Membran besteht aus geformtem, nicht contractilem Zellgewebe und ist an ihrer innern freien Oberfläche entweder mit einem Epitheliumüberzug (ächte) versehen oder blossliegend ohne denselben (unächte seröse Haut).

b. **Zusammengestzteste** Gewebe, welche deutlich sichtbare Nerven und viele Blutgefässe besitzen. Sie haben eine rothe Farbe, sind empfindlich, gewisser Lebensbewegungen fähig, entwickeln viel Wärme und leisten dem Körper durch ihre Lebenseigenschaften wichtige Dienste.

I. **Muskelgewebe**, *tela muscularis* (actives Bewegungsorgan), charakterisirt sich durch weiche, rothe, zu Bündeln vereinigte Fasern, die sich auf gewisse Reize zu verkürzen im Stande sind und so die Theile, an welche sie geheftet sind, in Bewegung setzen.

II. **Hautgewebe**, *tela cutanea*. Es bildet theils die äussere Oberfläche des Körpers, d. i. die mit Epidermis überzogene Lederhaut, *corium*, welche zugleich der Sitz des Gefühlssinnes ist, theils die innere Oberfläche oder die Auskleidung der offenen Höhlen, d. i. die mit Epithelium überzogene Schleimhaut. Ihrer Structur nach erscheinen beide Häute als eine höhere Entwickelung des Zellgewebes; sie sind der Sitz mannichfacher Absonderungen und zahlreicher aufsaugender Gefässe.

III. **Drüsengewebe**, *tela glandularum;* es bildet rundliche, weiche, von vielen Kanälen (Gefässen und Ausscheidungskanälen) durchzogene, sehr zusammengesetzte, in den verschiedensten Gegenden des Körpers herumliegende Organe (Drüsen), in denen die Nahrungssäfte (Blut oder Lymphe) in Folge von Absetzung oder Aufnahme von Stoffen eine Mischungsveränderung erleiden, welche einen andern Zweck als die Ernährung dieser Theile hat. — Die meisten dieser Organe sind dazu bestimmt, Säfte auf die Oberfläche des Körpers oder in offene Höhlen abzusetzen und haben zu diesem Ende Ausführungsgänge, d. s. die wahren Drüsen, Haut- und Schleimhautdrüsen. Andere dieser Organe bestehen fast nur aus Verwickelungen von Blut- oder Lymphgefässen (Blut- und Lymphdrüsen), haben keinen Ausführungsgang und setzen, wie es bis jetzt scheint, kein Secret ab; ihr Parenchym ist verschieden gefärbt, und theilweise mit Höhlungen versehen.

Organe des thierischen Körpers. Die höhern Thiere sind in Betreff des Baues und der Function der meisten ihrer Organe dem Menschen fast ganz ähnlich. Anders verhält es sich dagegen bei den

niedern Thierklassen. Hier finden sich oft keine oder nur geringe Andeutungen selbst von solchen Organen, welche dem Menschen zum Leben ganz unentbehrlich sind. Uebrigens zeigt sich in den verschiedenen Thierklassen eine deutliche Stufenfolge in der Ausbildung der Organe, von der grössten Einfachheit und Unvollkommenheit bis zur vollkommensten Entwickelung derselben. Dem Menschen am nächsten stehen natürlich die Säugethiere. [Ausführlicheres über den Bau der verschiedenen Organe der Thiere sehe man später bei den einzelnen Organen des Menschen.] — Nach der Verschiedenheit ihres Baues hat man die Thiere zunächst in Wirbel- und wirbellose Thiere, und erstere dann wieder in Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische, letztere in Glieder-, Weich-, Strahlen- und mikroskopische Thiere eingetheilt.

I. **Wirbelthiere**, *vertebrata*, (Thiere, welche mit einem innern Skelet und einer Wirbelsäule, in welcher Hirn und Rückenmark liegt, versehen sind).

A. **Säugethiere**, *mammalia* (Wirbelthiere mit warmem rothen Blute, durch Lungen athmend, lebendige Junge gebärend, welche sie an ihren Brüsten mit Milch säugen). Das Blut derselben enthält kleine runde, scheibenförmige Blutkörperchen, denen des Menschen sehr ähnlich, nur etwas kleiner; blos das Kamel und Lama haben elliptische Blutkörperchen. Zu ihnen gehören: 1) **Vierhänder** *(quadrumana)*; — 2) **Fledermäuse** *(chiroptera)*; — 3) **Fleischfresser** *(carnivora)*: Insectenfresser *(insectivora)*, eigentliche Raubthiere *(ferae)* und Robben *(pinnipedia)*; — 4) **Beutelthiere** *(marsupialia)*: fleisch- und fruchtfressende; — 5) **Nagethiere** *(glires)*; — 6) **Zahnlose Thiere** *(edentata)*: Faul-, Gürtel- und Schuppenthiere; Schnabelthiere *(monotremata)*. — 7) **Vielhufer, Dickhäuter** *(multungula s. pachydermata)*; — 8) **Einhufer, Pferde** *(solidungula)*; — 9) **Zweihufer** oder Wiederkäuer *(bisulca s. ruminantia)*. — 10) **Fischzitzthiere** *(cetacea)*: Seekühe oder Sirenen (pflanzenfressende Cetaceen), Walle und Delphine.

NB. Von Säugethieren werden oder wurden zu medicinischen Zwecken folgende Stoffe benutzt: Wallrath, *cetaceum, sperma ceti* (vom *Physeter macrocephalus*, Kachelot), der sich mit Thran gemischt vorzugsweise in einer Aushöhlung des Oberkiefers, um die Nase herum, befindet. — Graue Ambra, wahrscheinlich verhärtete Fäces des Kachelot. — Moschus im Präputialsacke des Moschusthieres *(Moschus moschifera)*. — Castoreum, Bibergeil, bei Männchen und Weibchen des Bibers *(Castor fiber)*, im Analsacke. — Hirschhorn, *cornu cervi* (von *Cervus elaphas*), leimhaltig, nährend. — Schöpstalg und Schweinefett. — Milch (Käse, Butter, Milchzucker, Milchsäure). — Ochsengalle.

B. **Vögel**, *aves* (Wirbelthiere mit rothem warmen Blute, welche durch Lungen athmen, Eier legen und deren Körper mit Federn bedeckt, zum Fliegen eingerichtet ist). Ihre Knochen sind hohl, ohne Mark und enthalten Luft; ferner sind ihnen der doppelte Kehlkopf, die Luftsäcke, die Cloake, die sogenannte Bürzel- oder Schwanzdrüse, und die *Bursa Fabricii* eigenthümlich. Das Blut der Vögel hat die höchste Temperatur (+ 35° R.) und wohl stets kleine, elliptische Blutkörperchen, bei allen Ordnungen sehr gleichmässig gross und ähnlich geformt. — Die Vögel werden eingetheilt in: 1) **Raubvögel** *(accipitrinae s. rapaces)*: Tagraubvögel (Geyer, Adler, Falken) und Nachtraubvögel (Eulen); — 2) **Singvögel** *(melodosae s. passerinae)*; — 3) **Kletter- und Wiedvögel** *(scansores, picariae)*; — 4) **Hühnervögel** *(gallinae)*; — 5) **Kurzflügler, straussartige Vögel** *(struthiones s. brevipennes)*; — 6) **Sumpfvögel** *(grallae)*; — 7) **Schwimmvögel** *(palmipedes)*.

C. **Amphibien**, *amphibia* (Wirbelthiere mit rothem kalten Blute, welche Eier legen, durch weitzellige Lungen, oder Lungen und Kiemen zugleich athmen, und ein gewöhnlich aus 3 Abtheilungen bestehendes Herz

haben). Merkwürdig sind an ihnen die Lymphherzen und die grossen ovalen Blutkörperchen. Man theilt die Amphibien in: *a.* **Beschuppte** (Reptilien): 1) **Eidechsen** *(sauria);* 2) **Schildkröten** *(chelonia);* 3) **Schlangen** *(ophidia).* — *b.* **Unbeschuppte, nackte Amphibien:** 1) **froschartige A.** *(batrachia):* ungeschwänzte und geschwänzte; 2) **Fischlurche** *(ichthyodea):* mit Kiemenlöchern *(derotremata)* und mit bleibenden Kiemen *(perennibranchia, proteidea).* Beide Klassen von Amphibien haben eine ganz verschiedene Entwickelung im Eie; die nackten Amphibien kommen nämlich mit den Fischen überein, indem sie kein Amnion und keine Allantois haben, während die beschuppten, wie die Vögel, Säugethiere und der Mensch diese Fötalgebilde besitzen.

D. **Fische,** *pisces:* Wirbelthiere mit kaltem rothen Blute (mit Ausnahme des *Amphioxus*, der ganz farbloses Blut ohne Körperchen hat), welche Eier legen, durch Kiemen athmen und ein nur aus 2 Abtheilungen bestehendes Herz besitzen, eine Schwimmblase (bisweilen fehlend), Flossen und eine entweder nackte oder beschuppte Haut haben. Die Blutkörperchen sind fast immer ovale, ins Rundliche übergehende, platte, doch etwas biconvexe; die der Plagiostomen zeichnen sich durch ihre Grösse aus; die der Knochenfische sind kleiner; die Cyclostomen haben kreisrunde, biconcave, den menschlichen ähnliche, nur grössere Blutkörperchen. Folgende Ordnungen der Fische gibt es: *a.* **Knochenfische** *(ostacanthi):* 1) **Stachelflosser** *(acanthopterygii);* 2) **Weichflosser** *(malacopterygii);* 3) **Haftkiefer** *(plectognathi);* 4) **Büschelkiemer** *(lophobranchii).* — *b.* **Knorpelfische** *(chondracanthi):* 1) **Quermäuler** *(plagiostomi):* Rochen und Haifische; 2) **Freikiemer** *(eleutherobranchi):* Störe; 3) **Rundmäuler** *(cyclostomi).* — *c.* **Anomale Fische:** Amphibienfische *(Lepidosiren)* und Wurmfische *(Amphioxus s. Branchiostoma).*

NB. Officinell ist: die **Hausenblase,** *ichthyocolla* (die Schwimmblase von verschiedenen Arten des *Acipenser* u. s. w.); — **Stockfischleberthran,** *oleum jecoris aselli* (Oel aus der Leber meist des gemeinen Stockfisches, des Dorsch u. s. w.).

II. Wirbellose Thiere, *evertebrata* (Thiere ohne Wirbelsäule und inneres Skelet; die Haut ist bisweilen knochenartig, so dass sie ein äusseres Skelet bildet; das Nervensystem wird immer undeutlicher).

A. **Gliederthiere** *(articulata):* die Haut ist geringelt; die Muskeln sind an die innere Oberfläche der Haut angeheftet; das Nervensystem besteht aus 2 Strängen, welche an der Bauchseite des Körpers liegen, mit Ganglien, das vordere Ganglion (Gehirn) über dem Oesophagus liegend. Zu den Gliederthieren gehören:

1) Die **Insecten,** *insectae:* gegliederte Thiere getrennten Geschlechtes mit Ganglienketten, 3 Paar Füssen (am Thorax), einem Paar Antennen (Fühlern) und einem Rückengefässe für die Circulation; sie respiriren durch Tracheen und erleiden Metamorphosen (als Ei, Larve, Puppe, Insect); der Kopf ist vom Rumpfe (Thorax und Hinterleib) geschieden. Es existiren: *a.* **Insecten mit kauenden Mundtheilen:** Käfer *(coleoptera)*, Geradflügler *(orthoptera)*, Netzflügler *(neuroptera)* und Hautflügler *(hymenoptera).* — *b.* **Insecten mit saugenden Mundtheilen:** Halbflügler *(hemiptera)*, Zweiflügler *(diptera)* und Schmetterlinge *(lepidoptera).* — *c.* **Parasitische Insecten,** bald mit kauenden, bald mit saugenden Mundtheilen, mit und ohne Flügel: Flöhe, Läuse, Wanzen. — [Der Hauptbestandtheil des äussern Skelets der Insecten ist neben phosphor- und kohlensaurem Kalke ein in der Reihe der wirbellosen Thiere weit verbreiteter, eigenthümlicher, stickstoffhaltiger Stoff, das *Chitin* oder *Entomaderm*, welches sich durch seine Unlöslichkeit in kaustischem Kali von der Hornsubstanz unterscheidet.] — Sehr allgemein ist die Haut der Insecten mit mannichfaltigen Epidermoidalanhängen

versehen, wie: mit Tuberkeln oder Dornen, Haaren, Borsten, Schuppen. Der Körper besteht in der Regel aus einer Anzahl (meist aus 13) hohlen Hornringen oder Segmenten, die durch eine Verbindungshaut (mit Luftloch) vereinigt werden. Viele Insecten besitzen Analdrüsen (die Käfer), Giftdrüsen, *glandulae odoriferae* (Wanzen), Seidenorgane oder Spinnwerkzeuge, Leuchtorgane.

2) **Spinnenartige Thiere**, *Arachnoidea* (getrennten Geschlechts); zu ihnen gehören: *a.* die eigentlichen Spinnen *(araneae)*; — *b.* die Scorpione *(scorpionida)*, mit Inbegriff der Solpugiden; — *c.* Phalangien *(phalangida)*, mit Einschluss der Pycnogoniden; — *d.* Milben *(acarina)*; beim Menschen die Krätz- und Haarsackmilbe. — Die äusseren Bedeckungen der Arachniden sind im Allgemeinen von geringerer Festigkeit, als die der meisten Insecten und Krebse, gewöhnlich von hautartiger Consistenz (Chitin enthaltend). Diese Haut besteht meistens aus 2 Lagen (zelliger oder faseriger Natur), einer untern feinen und einer obern festen und pigmentirten, und ist mit verschiedenen Epidermoidalgebilden besetzt, wie: mit Warzen, Stacheln, Haaren. Der Körper der Arachniden kommt im Wesentlichen mit dem der Insecten überein und besteht aus einer Anzahl von Ringen (nur weniger deutlichen), aus Kopf, Thorax und Bauch; doch ist der Kopf mit der Brust zu einer einzigen Masse *(Cephalothorax)* zusammengeflossen; ersterer zum Theil geschwunden, ohne zusammengesetzte Augen und Antennen, doch mit Ocellen (einfache oder Nebenaugen) und Mundwerkzeugen, aus Mandibeln und doppelten Maxillen bestehend; die Mandibeln sind hier aber Greiforgane. Sie athmen entweder durch Tracheen (Tracheenspinnen: Milben, Solpugiden, Pseudoscorpione, Phalangien) oder mit Hülfe besonderer Säcke oder Kiemen (Lungenspinnen: die ächten Scorpione, Araneen), oder durch Tracheen und Lungen zugleich (einige Araneen). Die meisten Arachniden besitzen Giftdrüsen, Spinnorgane (nur die Arachneen, Spinngefässe und Spinnwarzen).

3) **Krustenthiere**, *Crustacea* (getrennten Geschlechts), nämlich: *a.* zehnfüssige Krebse *(decapoda)*; — *b.* Maulfüsser *(stomatopoda)*; — *c.* Flohkrebs *(amphipoda)*; — *d.* Kehlfüsser *(laemodipoda)*; — *e.* Asseln *(isopoda)*; — *f.* Tausendfüsser *(myriapoda)*; — *g.* Stachelschwänze *(poecilopoda)*; — *h.* Blattfüsser *(phyllopoda)*; — *i.* Rankenfüsser *(cirrhipedia)*; — *k.* Büschelfüsser *(lophyropoda)*; — *l.* Schmarotzerkrebse *(parasita)*. — Die äusseren Bedeckungen der Crustaceen (gleichmässig oder fleckig gefärbt) enthalten ebenfalls Chitin, bestehen übrigens aus verschiedenen Lagen von feinen, faserigen Membranen, und sind mit Zacken, Warzen u. dergl. besetzt. Der Körper (aus Kopf, Brust und Bauch) gleicht im Allgemeinen dem der Insecten; er besteht nämlich aus einer Anzahl von Ringen (Segmenten), welche bald durch Membranen beweglich mit einander verbunden sind, bald mehr oder minder verschmelzen. Kopf und Brust ist wie bei den Arachniden verschmolzen und die dem Thorax angehörenden (höchstens 3) Beinpaare, sind zu Hülfsorganen der Fresswerkzeuge geworden (Kieferfüsse). Auch die Ringe des Abdomen besitzen hier Fusspaare, welche bei den Insecten und Arachniden fehlen. Der Kopf enthält Antennen, Ocellen, Mundwerkzeuge. Nur selten (blos bei den Myriapoden) trifft man auf Tracheen, in der Regel auf kiemenartige Respirationsorgane. Bei den Cirrhipedien findet sich eine unzweifelhafte Zwitterbildung.

4) **Würmer**, *vermes*: *a.* Ringelwürmer *(annelides)*, entweder Borsten- oder Glattwürmer *(chaetopodes* oder *apodes)*, erstere: Rückenkiemer *(dorsibranchiati)*, Kopfkiemer *(capitibranchiati)*, kiemenlose Würmer *(abranchiati)* und Tardigraden. — *b.* Strudelwürmer *(turbellarii)*; Nemertinen und Planarien. — *c.* Räderthiere *(rotatorii)*. — *d.* Eingeweidewürmer *(helminthes s. entozoa)*: Rund-, Haken-, Saug-, Blasen- und Bandwürmer (s. S. 9). — Die äussern Bedeckungen der Würmer werden (von einem verhältnissmässig ziemlich derben und festen Häutchen gebildet (aber

ohne Chitin), welches entweder structurlos, lamellös, zellig oder faserig ist. Besondere Epidermoidalanhänge (mit Ausnahme der Fussborsten) sind selten, besonders bei den Anneliden; dafür finden sich: Flimmerepithelium, Nessel-, Angel- oder Giftorgane. Die meisten Würmer sind nackt, nur wenige haben eine röhrenförmige Hülle, welche das erhärtete Secret der Haut und ohne organischen Zusammenhang mit derselben ist. Der Körper der höhern Anneliden (Chätopoden) ist durch quere Furchen in ringförmige Segmente getheilt, doch ist eine Gränze zwischen Brust und Bauch nicht mehr zu sehen, nur der Kopfring zeichnet sich durch die Mundöffnung (bisweilen mit Antennen, Tentakeln) aus. Anstatt der Beine finden sich als fussartige Bewegungsorgane Fusshöcker, warzenförmige Fortsätze (mit Nadeln, Borsten, Haken, Gliedfäden). Bei den niedern, fusslosen Anneliden ist die Gliederung des Körpers ganz undeutlich, Fusshöcker, Borsten und Cirrhen fehlen, der Kopf ist nicht distinct, ohne Augen. Ein Herz ist bei den Würmern nirgend mehr vorhanden, das Blut in der Regel roth (in seinem Plasma). Die Athmung geschieht meistens durch kiemenähnliche Organe, sonst durch die Haut (mit lungenähnlichen Athemzellen). Sie pflanzen sich durch Theilung, Knospenbildung, Keime fort, sind getrennten Geschlechts oder Zwitter.

B. **Weichthiere**, *mollusca:* ungegliederte Thiere mit einer nicht geringelten, weichen Haut; die Hirnganglien liegen um die Speiseröhre herum.

1) **Kopffüssler**, *cephalopoda*: *a.* Zweikiemer *(dibranchiata)* und Vierkiemer *(tetrabranchiata)*. Der Tintenfisch *(sepia officinalis)* gehört hierher. — Die Bedeckungen der Cephalopoden bestehen in einer weichen, glatten und schlüpfrigen Haut mit Epidermis; unter der letztern liegen die contractilen Chromatophoren (Säckchen), welche den Farbenwechsel der Thiere veranlassen. Der Körper hat eine mehr oder weniger gedrungene, cylindrische Gestalt und ist durch eine tiefe ringförmige Einschnürung in Kopf und Rumpf getheilt; ersterer ist rund oder länglich, mit Augen, Armen (Saugnäpfen), Mundöffnung, Fühlern besetzt; am Rumpfe bildet die Haut mit dem darunter liegenden Muskelschlauche eine lockere, sackförmige Umhüllung (Mantel) mit lappenförmigen Flossen. In der Regel sind die Cephalopoden nackt, nur wenige besitzen eine äussere Kalkschale. Diese Thiere sind in der ganzen Reihe der Evertebraten die einzigen, bei denen sich Spuren eines wirklichen innern Skelets vorfinden, welches aber knorplig ist und ein Flossen-, Kopf-, Nacken- und Bauchgerüste bildet. Die Cephalopoden besitzen mehrere muskulöse Herzen, athmen durch Kiemen, und sind getrennten Geschlechts.

2) **Schnecken**, *gasteropoda: a.* Kammkiemer *(ctenobranchiata)*; — *b.* Kielfüsser *(heteropoda)*; — *c.* Lungenschnecken *(pulmonata)*; — *d.* Nacktkiemer *(gymnobranchiata)*; — *e.* Seitenkiemer *(hypobranchiata)*; — *f.* Deckkiemer *(pomatobranchiata)*; — *g.* Flossenfüsser *(pteropoda)*; — *h.* Schildkiemer *(aspidobranchiata)*; — *i.* Kreiskiemer *(cyclobranchiata)*. — Die äussern Bedeckungen der Gasteropoden bestehen ganz allgemein in einer schlüpfrigen Oberhaut und einem aus Fasern gewebten Corium; zwischen beiden befindet sich in der Regel Pigment. Eigentliche epidermatische Anhänge (wie Haare, Borsten u. s. w.) fehlen, höchstens finden sich Flimmerepithelium, Nesselorgane. Sehr ausgezeichnet sind diese Thiere (wie überhaupt alle Mollusken) durch den Reichthum an Kalksalzen in den äussern Bedeckungen, wo er in Gestalt von stabförmigen Körpern, Nadeln, Sternen und als Schale auftritt. Der cylindrische, mit einem Mantel auf dem Rücken versehene Körper der Schnecken zeigt meistens einen nicht scharf vom Rumpfe abgegränzten, sondern allmälig in Rumpf übergehenden Kopf (mit Tentakeln); einige Schnecken sind kopflos. An der Bauchseite des Körpers befindet sich das Bewegungsorgan, der Fuss, eine fleischige Scheibe von verschiedener Gestalt, welche bei den Pteropoden einen Halskragen mit Flossen oder Flügeln bildet. Die Schnecken athmen vorzugsweise durch Kiemen, seltener durch eine Lungenhöhle oder durch beide Organe; sie sind entweder getrennten Geschlechts oder Zwitter.

3) **Kopflose Mollusken**, *acephala: a.* Muschelthiere *(lamellibranchiata;* — *b.* Armfüssler *(brachiopoda);* — *c.* Mantelthiere *(tunicata):* Seescheiden *(ascidiae)* und Salpen *(salpae).* — Die Körperbedeckung der Acephalen besteht aus einer epidermatischen, mehr oder minder dicken Schicht von (flachen polyedrischen oder langen cylindrischen) Zellen, welche auf der innern Fläche des Mantels und auf der Oberfläche des Fusses lebhaft schwingende Cilien tragen. Viele dieser Thiere haben eine Schale, welche den ganzen Körper umschliesst. Dieser letztere unterscheidet sich dadurch von dem der übrigen Mollusken, dass er ganz constant eines distincten Kopfes entbehrt. Er bildet eine ungetheilte, cylindrische oder plattgedrückte Masse mit einem Mantel, 1 oder 2 Oeffnungen (Kiemenspalte und Cloakenöffnung), häufig mit Warzen oder Tentakeln besetzt. Die Acephalen sind entweder getrennten Geschlechts oder Zwitter; die Tunicaten pflanzen sich auch durch Knospenbildung fort.

C. **Strahlthiere**, *radiata;* das Nervensystem ist noch deutlich und besteht aus Fäden und rudimentären Ganglien; die ersteren liegen in einem Kreise um die Mundfläche herum.

1) **Stachelhäuter**, *echinodermata: a.* Sipunkeln *(sipunculida);* — *b.* Holothurien *(holothuriae);* — *c.* Seeigel *(echinida);* — *d.* Seesterne *(asterida);* — *e.* Haarsterne *(crinoida).* — Die Echinodermen sind hinsichtlich ihrer Körperform und Bedeckung beträchtlichen Verschiedenheiten unterworfen. Die Sipunkeln bilden Uebergangsthiere zu den Würmern; sie haben einen langen cylindrischen Körper mit einer dünnen und weichen Haut überkleidet. Bei den übrigen Stachelhäutern findet man dagegen grössere oder geringere Mengen von Kalk (in Gestalt von Stäben, Balken, Gittern oder Netzen) in den äussern Bedeckungen abgelagert, ein Hautskelet darstellend. Als äussere Anhänge trifft man folgende: Körnchen, Knötchen, Kalkplättchen, (Anker-) Haken, Borsten, Stacheln, Nesselorgane, Greifwerkzeuge (Pedicellarien), Tentakeln u. s. w. Sie athmen durch eine Körperhöhle, Tracheen oder Kiemen. Sie sind grösstentheils getrennten Geschlechts.

2) **Quallen**, *acalepha: a.* Rippenquallen *(ctenophora);* — *b.* Schirm- oder Scheibenquallen *(discophora);* — *c.* Röhrenquallen *(siphonophora).* Der Körper der Quallen ist gewöhnlich symmetrisch und nach der Vierzahl gebaut; er hat bei den Rippenquallen im Allgemeinen eine rundliche oder ovale, walzen- oder bandförmige Gestalt; bei den Schirmquallen eine scheiben- oder glockenförmige, bei den Röhrenquallen eine sehr verschiedene (selbst polypenartige). Die Substanz des Acalephenkörpers erscheint gewöhnlich als eine glasartige Gallerte und besteht aus kernhaltigen oder kernlosen polyedrischen Zellen; manche Quallen sind jedoch knorpelhart und besitzen eine feste Schale. Der Körper ist besetzt: mit zarter Epidermis, Flimmerepithelium, Nesselorganen, Haftfäden, Schwingplättchen, Fangfäden, Tentakeln, Warzen, Schwimmhöhlenstücke. Sie sind entweder getrennten Geschlechts oder Zwitter.

3) **Polypen**, *polypina: a.* Bryozoen *(bryozoa);* — *b.* Anthozoen *(anthozoa);* — *c.* Hydroiden *(hydroida).* — Die Polypen sind selten frei lebende, meistens festsitzende Thiere mit einem einfach gestalteten, cylindrischen oder konischen Körper von verschiedener Länge und Dicke. An seinem obern Ende (Kopfscheibe) befindet sich die Mundöffnung mit einem Kranze von Tentakeln oder Fangarmen. Das hintere Körperende tritt bald in Verbindung mit andern Thieren (zusammengesetzte Polypen) oder er heftet sich (bei den einfachen Polypen) an fremde Körper an. Der weiche zarte Körper der Polypen ist in der Regel von einem härtern Theile (Polypenstock, Skelet) umhüllt oder getragen, und dieser ist bald baumförmig, blattähnlich, rundlich u. s. f. Der Polyp befindet sich entweder inner- oder ausserhalb des Stockes (Röhren- oder Stammgerüstes). Die Haut des Polypenkörpers besitzt eine grosse Menge Nessel- und Haftorgane, sowie Angel- und Fangarme. Die Polypen sind theils getrennten Geschlechtes,

theils Zwitter; doch pflanzen sie sich auch durch Theilung und Knospenbildung fort.

D. **Infusionsthierchen**, *infusoria* (eigentliche Infusorien und Rhizopoden), mikroskopische Thierchen von theils rundlicher und ovaler, theils glockenförmiger und lang ausgezogener Gestalt. Der grösste Theil derselben bewegt sich mit Hülfe verschiedener Anhänge frei im Wasser (*Monas*, *Mikroglena*, *Euglena*, *Paramecium*, *Nassula* u. s. w.); nur wenige von ihnen sitzen nach Art der Polypen an fremden Körpern fest, theils mit bestimmten Gehäusen (*Vaginicola)*, theils mit einfachen (*Vorticella)* oder verästelten Stielen (*Epistylis)*.

Der Körper der Infusorien wird durchweg von einer homogenen, halbflüssigen, gallertartigen Masse gebildet, in welcher man in der Regel weder Zellen noch Fasern entdecken kann, wohl aber oftmals Körnchen und Körner (farblose oder gefärbte). Der Infusorienkörper scheint mit einer sehr zarten, vollkommen structurlosen Haut von grosser Dehnbarkeit und Elasticität umkleidet. Die meisten Infusorien bleiben nackt, doch sind einige auch von Gehäusen oder Hüllen umgeben, welche von einer einfachen dehnbaren Haut bis zu einer compacten feuerbeständigen Kalkschale variiren. Die Infusorien sind ferner mit sehr verschiedenen, theils zur Ortsbewegung, theils zur Einführung von Nahrungsmitteln dienenden Anhängen versehen, z. B. mit Flimmerepithelium (am ganzen Körper, an einzelnen Stellen, am Munde), mit Haken (d. s. grössere nicht mehr wimpernde Haare mit verdickter Basis), mit Griffeln (d. s. gerade, conische, bewegliche Fortsätze), mit Borsten, langen unbeweglichen Haaren, mit einem langen, dünnen, fadenförmigen Rüssel, welchen sie peitschenartig bewegen können. — Einen unzweideutigen Muskel hat man bis jetzt nur in den Vorticellinen gefunden; er befindet sich im Innern des Stieles, welcher dem glockenförmigen Körper dieses Thieres zur Befestigung dient, und bewirkt durch seine Contractionen die spiraligen Zusammenziehungen und durch seine Relaxation das Losschnellen des Thieres. — Bei einem grossen Theile der Infusorien bemerkt man deutlich eine nackte oder mit Wimpern, oder mit einem sogenannten Zahnapparate (Borsten) besetzte Mundöffnung, an verschiedenen Stellen des Körpers liegend. Auch ein After ist dann gewöhnlich vorhanden, und oft in der Nähe des Mundes. Doch gibt es auch eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Infusorien (und zwar ziemlich grossen), an denen weder Mund- noch Afteröffnung entdeckt werden konnte (*Opalina)*. Als Verdauungsapparat der Infusorien will *Ehrenberg* rundliche Magenzellen (*Polygastrica)*, mit oder ohne Darmkanal (*Enterodela* und *Anentera)* gefunden haben; letzerer soll entweder eine Cirkellinie beschreiben (*Cyclocoela)*, oder sich gerade (*Orthocoela)*, oder gewunden (*Campylocoela)* durch den Körper ziehen. Allein der Verdauungsapparat scheint viel einfacher zu sein: von der Mundöffnung geht nämlich ein Kanal (Speiseröhre) ab, welcher sich eine Strecke weit in den Körper zieht und wahrscheinlich von einer besondern Membran bekleidet ist; im untern Ende dieser Röhre häufen sich die Nahrungsstoffe an, bilden hier eine rundliche Masse, welche in das Körperparenchym hineinragt, sich endlich als blasenartiges Körperchen von der Speiseröhre ablöst und nach einer andern Stelle des Körpers hin getrieben wird. Bei fortgesetzter Stoffaufnahme wiederholt sich dieser Process und es erscheint dadurch das Thier mit blasigen, farbige Masse enthaltenden Höhlen (d. s. die Mägen *Ehrenberg's*) versehen. Manche Infusorien scheinen sich nur durch die Haut hindurch zu ernähren. — Organe des Kreislaufs, herzartige Gebilde, scheinen in vielen Infusorien in Gestalt hohler Räume oder Blasen vorhanden zu sein, welche sich entweder rhythmisch oder in unbestimmten Zeiträumen contrahiren. Bei *Loxodes Bursaria* hat man auch an der Peripherie des Thieres ein Strömchen entdeckt, welches grüne Kügelchen in einer Ellipse auf- und abwärts führt. Athmungs-, Absonderungs-, Fortpflanzungs-, Nerven- und Sinnes-

organe konnten bis jetzt in den Infusorien noch nicht ergründet werden. Die allein mit Sicherheit gekannte Vermehrung der Infusorien geschieht auf dem Wege der Knospenbildung (nur bei den Vorticellinen) und Theilung (s. S. 6, 13 u. 14).

[Ausführliches über den Bau der Thiere s. in *Wagner's* Lehrbuch der Zootomie.]

Im medicinischen Gebrauche sind von den wirbellosen Thieren folgende: *Spongia officinalis (usta)*. Der Badeschwamm ist das trockene Skelet eines Polypen, von dem man das Fleisch durch Auspressen und Auswaschen entfernt hat. — Die Auster, *ostrea edulis*, zu den Muschelthieren (kopflosen Mollusken) gehörend. — *Os sepiae* vom Tintenfisch (zu den Kopffüsslern der Mollusken gehörig). — Der Blutegel, *(hirudo medicinalis)* ein Ringelwurm. — Die spanische Fliege *(Cantharis vesicatoria)*, ein Käfer. — Die Cochenille *(Coccus cacti)*, ein Halbflügler-Insect. — Die Honigbiene *(Apis mellifica)*, ein Hautflügler-Insect. — Spinnengewebe. — Wald- und Gartenschnecke.

D. **Kräfte** und **Gesetze**, welche im Thierkörper auftreten (s. S. 30), sind theils physikalische und chemische, theils sogenannte vitale, und stimmen in vieler Hinsicht mit denen in der Pflanze (s. S. 60), fast ganz aber mit denen im menschlichen Körper sich zeigenden überein. Unter den physikalischen Erscheinungen im thierischen Körper spielen die der Capillarität (s. S. 31), der Imbibition (s. S. 32) und der Enosmose (s. S. 33) keine unbedeutende Rolle; die sogenannten vitalen oder organischen Phänomene (s. S. 38) pflegt man in die vegetativen und animalen Processe zu scheiden, und zu ihnen die Bewegung, Selbsterhaltung (Assimilation, Se- und Excretion, Regeneration; Irritabilität; Periodicität), die Fortpflanzung und das Nervenleben zu rechnen.

Physikalische Gesetze. Die Gesetze der Statik, Hydro- und Aërostatik spielen in sehr vielen Verhältnissen des thierischen Körpers eine bedeutende Rolle, wie schon aus dem Aufenthalte und Bewegungen der Thiere in den verschiedenen Medien einleuchtet. Da Thier und Mensch wie alle andern Körper unserer Erde, der Anziehungskraft des Mittelpunktes derselben unterworfen sind, so müssen natürlich die Gesetze der Schwere ihre Wirkung in jeder Hinsicht auch auf sie ausüben. Es ist deshalb der thierische Organismus im Ganzen auf die Gravitations- und Druckverhältnisse, unter denen er lebt, berechnet. Ihnen gemäss sind die Stärke der Knochen, die Kraft der Muskeln, alle aërostatischen, hydraulischen und mechanischen Momente des Thierkörpers genau bestimmt. Ebenso müssen alle einzelnen Theile desselben gegen einander ihren gegenseitigen Gewichten nach gravitiren. — Wir finden ferner eins der Grundgesetze der Mechanik, dass, wenn ein Körper auf irgend einer Fläche feststehen soll, eine vertikale Linie, welche von dem Schwerpunkte aus gezogen wird, auf diese Unterstützungsfläche fallen muss, für alle Veränderungen der Lage und Stellungen der Thiere und Menschen in gleichem Maasse gültig. Vorzüglich deutlich sieht man die Wichtigkeit dieses Gesetzes für den thierischen Organismus aus dem Baue des ganzen Vogelkörpers. Der Schwerpunkt muss hier während des Stehens nothwendig auch vertical über der Unterstützungsfläche liegen, und der Flug erfordert, dass der Schwerpunkt unmittelbar unter die Gelenkverbindung der Flügel mit dem Rumpfe kommt. Vermöge seines langen und beweglichen Halses kann der Vogel die Lage des Schwerpunktes bald nach vorn und bald nach hinten bringen. Im Fluge wird der Hals gestreckt und damit fällt der Schwerpunkt nach vorn, im Schlafe dagegen, wo der Vogel sitzt (und zwar ohne Muskelanstrengung, nur durch eine mechanische Vorrichtung), hat er den Hals nach hinten gebogen und den Kopf unter den Flügel gesteckt, wodurch der Schwerpunkt nach hinten gebracht wird; beim Hüpfen befindet sich der Hals in einer beständigen Bewegung, so dass der Körper das Gleichgewicht nicht verlieren kann. — Die Gesetze der Pendelschwingungen, des Hebels und der Reibung treten vielfach in Wirksamkeit, besonders bei den

Ortsbewegungen der Thiere, so dass sich recht gut sagen lässt, nur die bewegende Kraft ist eine eigenthümliche, die Bewegung selbst richtet sich aber vollkommen nach physikalischen Gesetzen. — Wie in der unorganischen Natur so auch in der organischen heben sich entgegengesetzte Kräfte auf, und wo mehrere Kräfte in derselben Richtung wirken, ist hier wie dort die Gewalt, mit welcher der Körper bewegt wird, der Summe der einzelnen Kräfte gleich. — Ebenso findet im thierischen Körper das Gesetz des Parallelogramms der Kräfte vielfache Anwendung. — Die Erscheinungen der Elasticität und Dehnbarkeit, der Adhäsion, Capillaranziehung und Porosität, der Enosmose und Exosmose sind mehr oder minder an jedem thierischen Organismus bemerklich. — Noch sind aber die Wirkungen der Elektricität, des Galvanismus und Magnetismus innerhalb des Thierkörpers in Dunkel gehüllt.

Chemische Gesetze. Die Flüssigkeiten, welche in den thierischen Organismus aufgenommen werden und sich darin verbreiten, veranlassen in demselben (wie in der Pflanze; s. S. 60) eine Reihe von Erscheinungen, welche nicht anders als chemische zu nennen sind. Denn es bilden sich hierbei theils durch das Zusammentreten von Elementen neue Verbindungen, theils werden durch Auflösung zusammengesetzter Stoffe Elemente frei. Natürlich ist das Entstehen der chemischen Verbindungen an sehr verschiedene Bedingungen geknüpft, und leider sind uns dieselben, besonders die für die Bildung der eigenthümlichen organischen Substanzen, noch ganz unbekannt (s. S. 26).

Thierische Kräfte. Es finden sich eigenthümliche Vorgänge im Thierkörper, für welche keine Analogie in der unorganischen Natur sich auffinden lässt, und diese pflegt man, indem man ihnen eigenthümliche Ursachen zuschreibt, thierische zu nennen. Zu ihnen gehört vorzugsweise die sogenannte lebendige Bewegung, welche im Allgemeinen auf zweierlei Art zu Stande kommen kann. Beide Arten sind durch die Natur ihrer Organe, ihrer Erscheinungen und Ursachen ganz verschieden. Die eine besteht nämlich in der Zusammenziehung (Verkürzung) von Fasern (Muskel- und contractilen Zellgewebfasern), welche entweder mit ihren beiden Enden angeheftet sind oder cirkelförmig in sich zurücklaufen; die andere besteht im Schwingen der freien Enden mikroskopisch feiner Wimpern (Cilien) in bestimmter Richtung, so zwar, dass die freien Enden dieser Wimpern Bogenabschnitte um ihre fixirten Basen zurückzulegen scheinen. Die Bewegung durch Fasern ist viel ausgebreiteter als die Wimperbewegung; durch die erstere werden theils feste Theile einander genähert, theils Flüssigkeiten in Röhren fortgetrieben, durch die letztere werden nur Flüssigkeiten oder mikroskopisch feine festere Theilchen an den Wänden der Häute fortgeleitet, ohne dass die fortgeleiteten Flüssigkeiten die ganze Höhle der Schläuche anfüllen, und ohne dass die mit Cilien besetzten Wände sich zusammenziehen.

Cilien und Wimperbewegung. Die Cilien oder Wimpern, deren Form manchmal gar nicht zu bestimmen ist, sind sehr feine, mikroskopische, durchsichtige, haarförmige, bewegliche Fäden von 0,000075—0,00908 P. Z. Länge und aus homogener Substanz, deren fixirte Basis meist stärker als ihr freies Ende ist. Sie wurden bis jetzt blos an der Oberfläche von Organen beobachtet, welche mit Flüssigkeiten in Berührung stehen, und es können die Cilien auch, wie es scheint, ihre Thätigkeit nur in Flüssigkeiten entfalten, in denen sie Ströme erzeugen, welche meist eine bestimmte Richtung haben. Die Bewegung der Wimpern ist nämlich eine sehr rasche und kräftige und geht stets nach derselben Richtung (bisweilen selbst in einer der Schwere entgegengesetzten Richtung). Die Cilien stehen gewöhnlich reihenweise und meistens, bei Wirbelthieren aber stets, auf einem Epithelium (Flimmerepithelium); ihre Bewegung soll nach Einigen in einem unaufhörlichen Niederbiegen und Wiederaufrichten, nach Andern in einem hakenförmigen Biegen und Strecken, oder in einem kreisförmigen, peitschenförmigen Schwingen bestehen. Bei einer grossen Anzahl schwingender Cilien sieht man nur ein

Flimmern, oder die Bewegung derselben erscheint wie das Wogen eines Getreidefeldes im Sturme. — Das Phänomen der Wimperbewegung ist ein in der Thierwelt sehr verbreitetes, hat aber eine sehr verschiedene Ausbreitung in den verschiedenen Klassen, doch ist fast keine einzige Thierklasse des Antheils der Wimperbewegung ganz beraubt. Man hat diese Bewegung bis jetzt noch nicht bei Insecten, und bei Fischen nur in sehr beschränktem Umfange auffinden können. Am meisten scheint sie in der Klasse der Radiaten und Mollusken (besonders bei Infusorien, Polypen, Spongien, Actinien, Medusen, Seesternen und Seeigeln) vorzukommen; weniger allgemein ist sie bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, wo sie vorzugsweise auf der Nasen- und Respirationsschleimhaut, sowie in den weiblichen Genitalien beobachtet wird. Doch zeigt sie sich hier auch in den Digestions- und Harnwerkzeugen. *Müller* gibt folgende Uebersicht über das Vorkommen der Wimperbewegung:

Hautsystem. Auf der Haut zeigt sich die Wimperbewegung: bei Infusorien, Corallenthieren, Acalephen, am Mantel der Muscheln, auf der ganzen Oberfläche der Gasteropoden und der Turbellarien. Unter den höhern Thieren: bei den Embryonen und ganz jungen Larven der Batrachier. — Darmkanal. Bei den Amphibien flimmert es nur im obern Theile des Verdauungsschlauches (im Munde, Pharynx, Ohrtrompete, Speiseröhre). Bei den Mollusken flimmert dagegen die innere Fläche des ganzen Darmkanals, ja selbst die Gallengänge; ebenso bei den Radiaten. Bei den Säugethieren und Vögeln findet sich hier keine Wimperbewegung. — Athmungsorgane. Die Schleimhaut des Kehlkopfs, der Luftröhre und Bronchien flimmern bei allen luftathmenden Wirbelthieren. Bei den Säugethieren und Vögeln beginnt die Bewegung an der Stimmritze; bei den Vögeln zeigt sie sich auch auf der innern Fläche der von den Lungen ausgehenden Luftsäcke. Die äussern Kiemen der Larven der nackten Amphibien flimmern, die innern Kiemen, sowie die Kiemen der Fische flimmern nicht. An den Kiemen der Mollusken ist die Wimperbewegung (allgemein. — Nasenhöhle. Hier (und auch in den Nebenhöhlen) ist das Phänomen bei den Amphibien, Fischen, Vögeln und Säugethieren ganz allgemein. — Geschlehtstheile. Bei den Wirbelthieren kommt die Wimperbewegung blos an den weiblichen Genitalien (im Eileiter, Uterus, Scheide) vor, an den männlichen der Wirbellosen ist sie aber auch noch nicht mit Sicherheit erkannt worden. — Harnorgane. Bei den Wirbelthieren fehlt die Flimmerbewegung in den Harnwerkzeugen ganz, dagegen zeigt sie sich bei den Schnecken.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Cilien die Gebilde sind, mittels welcher die niedern Thiere, namentlich die Infusorien, der Ortsbewegung fähig werden, ihre Nahrung ergreifen und vielleicht Ströme in dem Wasser erregen, wodurch dasselbe einen gleichen Einfluss auf den Körper äussern mag, welchen es bei höhern Lebensformen durch die Respirationsorgane vermittelt. Eine andere Bedeutung hat aber die Wimperbewegung bei den Wirbelthieren; hier dient sie nur dazu, um abgesonderte Flüssigkeiten auf der freien Oberfläche der secernirenden Gebilde fortzubewegen. Wahrscheinlich hat sie einen wesentlichen Antheil an dem Uebergange des Eies durch die Tuba in den Uterus. Die Wimperbewegung ist ferner auch die Ursache der Bewegung der Embryonen im Eie bei mehrern Thieren (Gasteropoden), ja sogar der freien Eier bei mehrern niederen Thieren (Radiarien und Corallenthieren). — Ueber die Natur der Wimperbewegung lässt sich bis jetzt noch nichts Genaues bestimmen, und wir müssen uns noch begnügen, dieselbe einstweilen als ein Fundamentalphänomen des Lebens anzusehen.

Die contractilen Fasern (Muskel- und Zellgewebsfasern) finden sich weit allgemeiner als die Cilien im Thierreiche als Bewegungsursache vor; sie sind zu jeder Wirkung, welche nicht anhaltend zu sein braucht, fähig. Einige dieser Fasern haben die Kraft, sich sehr bedeutend, schnell und deutlich bemerkbar zusammenzuziehen, wie die Muskelfasern; andere dagegen ziehen sich nur unmerklich und allmälig zusammen, wie die contractilen Zellgewebsfasern. Die contractilen Fasern vereinigen sich entweder zu Bündelchen und Bündeln (Muskeln), oder verweben sich unter einander zu Häuten. [Ausführlicheres hierüber s. später bei dem contractilen Gewebe und Bewegungen des menschlichen Körpers.]

Der Process der **Selbsterhaltung** (s. S. 38) besteht aus folgenden Momenten: aus der Aufnahme von Nahrungsstoffen, der Assimilation derselben und aus dem Excerniren des Unbrauchbaren und Gebrauchten. Bei diesem Processe bereitet sich das Thier das Cytoblastem aus den aufgenommenen festen oder flüssigen Substanzen durch Sonderung des Brauchbaren

von dem Unbrauchbaren, und durch mannichfache Umwandlung des erstern; es geht demnach der Assimilation stets die Verdauung voraus. Die Nahrung der Thiere besteht entweder aus thierischen Substanzen oder aus Vegetabilien; einige leben nur von diesen, andere nur von jenen, andere von beiden zugleich; von blossen mineralischen Stoffen lebt kein Thier. Zur Verwandlung der Nahrungsstoffe (zur Verdauung) besitzt jedes Thier eine innere Höhle, welche Darm genannt wird. Sie ist in der Regel schlauchförmig und entweder an ihrem obern und untern Ende oder nur an einem Ende mit einer Oeffnung versehen; im letztern Falle werden die Faeces durch dieselbe Oeffnung wieder ausgeworfen, durch welche die Nahrungsstoffe eintraten. Bei den niedrigsten Thieren, mit einfacher oder verzweigter Verdauungshöhle, bildet sich das Cytoblastem innerhalb dieser Höhle aus den aufgenommenen Nahrungsstoffen wohl stets mittels einer Verdauungsflüssigkeit, welche die membranöse Auskleidung der Höhle liefert. Dieses Blastem dringt dann von der Höhle aus, ohne weitere Umänderung erlitten zu haben und ohne durch besondere Vorrichtungen in die verschiedenen Körpertheile geführt zu werden, blos mit Hülfe der Imbibition und Enosmose in die Körpersubstanz ein. Nur wenige Thiere (Radiaten, Infusorien) sind nach diesem einfachen Typus zusammengesetzt, weit allgemeiner geht der Bildung des Cytoblastems und der Elementartheile aus dem Cytoblastem die Blutbildung voraus (s. bei Blut und Circulation). Ebenso ist die Excretion in ähnlicher Weise ein mehr oder ein weniger complicirter Process (s. später bei Ab- und Aussonderung). Die Umwandlung des Cytoblastems zu Gewebe erfolgt nach den Gesetzen der Zellentheorie (s. S. 77).

Periodicität im Leben der Thiere (s. S. 40). Die Veränderungen, welchen die Erde unterworfen ist, haben auch grossen Einfluss auf das Leben der Thiere, und die von jenen Veränderungen hervorgerufenen Erscheinungen treten in der Regel wie diese periodisch auf. Vorzüglich bedingt der Wechsel der Jahreszeit mannichfache Zustände im Thierreiche. So kommen bei vielen Thieren Wanderungen vor (bei den Cetaceen, Fischen, Vögeln); andere verfallen während des Winters in einen Schlaf (Winterschlaf); noch andere, welche weder wandern noch schlafen, sind nur zu bestimmten Zeiten des Jahres in jeder Hinsicht lebendiger, in andern weniger lebendig. Bei den meisten Thieren ist die Zeugung an eine bestimmte Jahreszeit (Brunstzeit) gebunden, und nur der Mensch erscheint zu jeder Zeit zeugungsfähig. Ebenso zeigen sich bei den Thieren zu verschiedenen Jahreszeiten Veränderungen in ihrem Aeussern und im Benehmen (Mauserung). Viele erhalten im Frühjahr und Sommer eine lebhaftere Farbe als sie im Winter hatten; sie wechseln ihre Bedeckung in der einen oder andern Jahreszeit, oder ihre Bewaffnung; bald sind sie gut genährt, bald mager, bald sind sie sehr thätig, bald träge; selbst in derStimme (Singen der Vögel) findet sich ein Wechsel.

Winterschlaf. Dieser Schlaf ist ein allgemeines Phänomen bei den Amphibien; auch winterschlafende Insecten und Mollusken (die Limax- und Helixarten) gibt es viele; von den Fischen verfallen nur wenige *(Cyprinus tinca, Muraena anguilla, Anguilla conger, Scomber scomber, Syngnathus hippocampus)* in den Winterschlaf, von den Säugethieren aber mehrere, wie Handflügler, Insectenfresser, Sohlengänger und viele Nager. Unter den Vögeln gibt es keine Winterschläfer. Viele Thiere erwachen den ganzen Winter nicht wieder, namentlich Insecten, welche in der Erde leben, und das Murmelthier; andere erwachen bei warmen Wintertagen und begeben sich dann wieder zur Ruhe, wie die Igel und Fledermäuse; noch andere nehmen hin und wieder Nahrung und Wasser auf, wie der Dachs. — Das Athmen der Winterschläfer geschieht langsam und fast unmerklich, ja es soll im tiefsten Erstarrungsschlafe gänzlich aufhören (man kann dann das Thier in irrespirable Gasarten bringen, ohne dass es ihm schadet). Das Blut bewegt sich während des Schlafes äusserst langsam und zeigt bei völliger Erstarrung nur noch in den Hauptstämmen eine undulatorische Bewegung. Es soll sich dieses Blut auch durch seinen geringen Gehalt an Faser- und Eiweissstoff auszeichnen; das Arterienblut soll weniger hellroth sein. Die thierische Wärme nimmt mit der Bildung und Circulation des Blutes ebenfalls ab; doch hören die Absonderungen nicht ganz auf. Es findet ein sogenanntes latentes Leben (s. S. 22) statt, eine Folge theils der Reizentziehung, theils einer periodischen Veränderung der Lebensenergie; vorzugsweise gehört wohl die geringere Kraft Wärme zu erzeugen mit zu den Ursachen des Winterschlafes.

Wärmeerzeugung (s. S. 41). Die Temperatur der Thiere variirt in den verschiedenen Klassen sehr bedeutend, doch kommt auch den kalt-

blütigen Thieren Eigenwärme zu. Diese hängt zum Theil mit von der äussern Temperatur ab, findet ihre hauptsächlichste Ursache aber im Athmen und in der Stoffmetamorphose (s. später bei Wärme des menschlichen Körpers).

Lichtentwickelung (s. S. 41). Man weiss jetzt mit Sicherheit, dass das **Leuchten des Meeres** von thierischen Wesen herrührt. Es sind theils Infusorien *(Peridinium tripos, P. fusus, P. furca, Porocentrum micans)*, theils Räderthierchen *(Synchoeta baltica)*, theils Polypen (*Veretillum*, Seefedern), bei denen vorzüglich nur die Polypenblumen zu leuchten scheinen, theils Medusen (Oceanien, Beroen, Cydippen), theils Anneliden (Nereiden, *Polynoe fulgurans*), theils endlich Mollusken (Pholaden, Salpen, Pyrosomen) und Crustaceen *(Oniscus fulgens s. Carcinium opalinum)*. Zuweilen leuchtet auch der Schleim und das Wasser, was von leuchtenden Thieren abfliesst, wie bei Salpen, Beroen, Pholaden, Nereiden. *Meyen* unterscheidet 3 Arten von Leuchten des Meeres: 1) Leuchten des Seewassers (weniger auf offener See, als in den Häfen der Tropen) durch darin aufgelösten Schleim. Das Wasser zeigt eine gleichmässige milchweisse ins Bläuliche fallende Farbe. 2) Leuchten durch Thiere (Infusorien, Räderthiere, Salpen, Medusen, Seesterne, Sepien, Sertularien, Pennatulen, Planarien, Crustaceen, Anneliden), welche mit einem phosphorescirenden Schleim bedeckt sind. 3) Leuchten durch Thiere mit eigenthümlichen Leuchtorganen *(Pyrosoma atlanticum, Oniscus fulgens, Carcinium opalinum)*. Das Leuchten scheint mit der Geschlechtsthätigkeit im Zusammenhange zu stehen und von den Ovarien und Eiern auszugehen. — Die **leuchtenden Insecten** sind: *Elater noctilucus, phosphoreus, ignitus; Pausus sphaerocerus, Scarabaeus phosphoreus*, mehrere Arten Lampyris (Johanniswürmchen), *Scolopendra electrica*. Bei den leuchtenden Springkäfern sind die Hauptstellen, welche leuchten, zwei ovale, mit dünnen durchsichtigen Platten bedeckte Stellen zu den Seiten des Brustschildes. Bei dem Johanniswürmchen strahlt das Licht aus der untern Seite der 3 letzten Bauchringe, besonders aus 2 weisslichen Punkten am letzten Ringe; auch die Eier, Puppe und Larve sind nicht ohne Licht. — Unter den höhern Thieren kennt man kein Leuchten, als etwa das Phosphoresciren der Eidechseneier und das bisweilen beobachtete Phosphoresciren des Harns.

Elektricitäts-Entwickelung (s. S. 41) kommt nur bei den **Fischen** vor und zwar mit Hülfe von eigenthümlichen Apparaten, die gleich den Elektrisirmaschinen und galvanischen Säulen elektrische Entladungen zu erzeugen im Stande sind. Die elektrischen oder Zitterfische sind theils Seefische, theils Süsswasserfische; mit Sicherheit sind als elektrische Fische bis jetzt blos Arten bekannt, welche zur Ordnung der Plagiostomen und der Weichflosser gehören. Alle bekannten Zitterfische zeichnen sich durch eine nackte, glatte, schuppenlose, mit vielen Schleimkanälen versehene Haut aus. Aus der Familie der Rochen kennt man als elektrisch *Torpedo ocellata* und *marmorata* (im Mittel- und adriatischen Meere); von Narcinen (an den Küsten von Brasilien und Indien) *N. brasiliensis, Timlei* und *indica;* von den Aalen den *Gymnotus electricus* (in Landseen des südlichen Amerikas); von den Welsen den *Silurus s. Malapterurus electricus* (im Nil und Senegal).

Elektrische Organe. Bei den europäischen Zitterrochen liegen die elektrischen Organe dicht unter der Haut zu beiden Seiten des Kopfes, zwischen dem Schädel, den Kiemen und Brustflossen, doch so, dass beide Organe vollkommen von einander getrennt sind. Jedes Organ ist plattenförmig (von oben nach unten comprimirt), länglich rund, vorn breiter, hinten (wo es an die Kiemen stösst) schmäler. Auf der Oberfläche erscheint das elektrische Organ wie ein gepflasterter Fussboden in unregelmässig eckigrundliche, polygonale oder sechseckige Räume abgetheilt. Dies kommt daher, weil jedes Organ aus einer grossen Anzahl (einige hundert bis tausend) von 3- bis 6eckigen, ins Rundliche übergehenden, häutigen Prismen oder Säulen gebildet wird, ähnlich wie die Basalte vorkommen, und eben so vielen aufgebauten, galvanischen Säulen vergleichbar, indem jede Säule aus Lagen von dünnen, queren, horizontal aufgeschichteten Blättchen (150 bis 500 Septa oder Platten) besteht, welche schwer von einander trennbar sind. Jede Säule wird von der andern durch eine sehnig-faserige Membran getrennt, welche die Säulen fast so isolirt, wie man durch seitliche Glasstäbchen die künstlich erbauten galvanischen Säulen zu isoliren pflegt. Die Platten bestehen aus einer sehr verdünnten Fortsetzung der Faserhaut der Scheidewände, welche die Grundmembran bil-

det, die wieder auf beiden freien Oberflächen mit Lagen von Epithelium überzogen ist. In den Zwischenräumen zwischen den Septis befindet sich eine Flüssigkeit. Man erkennt auf den Septis die Endplexus von Gefässen und Nerven, an welchen sie sehr reich sind. Es treten an jedes Organ 4 starke Nervenstämme, von denen einer vom *nerv. trigeminus* sich an der vordersten Partie des Organs verbreitet, während die 3 andern Nerven, vom *nerv. vagus* stammend, zwischen den Kiemen hindurch mehr zum hintern Theile treten. — Der Bau des elektrischen Organs bei Narcine ist dem beim Zitterrochen ganz ähnlich, nur vorn schmäler. — Beim Zitteraal liegt das elektrische Organ in dem langen Schwanze (in der Ausdehnung der Schwanzflosse) und zerfällt in 2 isolirt paarige und ein verschmolzen paariges Organ. Erstere liegen seitlich und mehr nach oben, zwischen Rücken- und Schwanzmuskeln, und werden von einer Sehnenhaut überzogen, schimmern aber doch durch die äussere Haut hindurch; letzteres liegt unten, zwischen der Muskulatur der Schwanzflosse und gleicht einem dreiseitigen Prisma. Der innere Bau dieser elektrischen Organe ist im Wesentlichen ganz dem der Zitterrochen ähnlich, nur mit dem Unterschiede, dass die Säulen horizontal über einander liegen, statt senkrecht zu stehen. Die eintretenden Nerven sind sämmtlich Spinalnerven. — Beim Zitterwels erstrecken sich die elektrischen Organe unmittelbar unter der Haut von der Stirne und den Kiemen bis zur Afterflosse. Man unterscheidet ein äusseres und ein inneres Organ, welche ihre Nerven theils vom *nerv. vagus*, theils von den (Intercostal-) Spinalnerven bekommen.

Aus den Versuchen mit dem Zitteraale wissen wir, dass die Elektricität, welche diese Thiere im elektrischen Apparate erzeugen, willkührlich, durch Nerveneinfluss entladen werden kann und dass sich diese sogenannte thierische Elektricität ganz der von galvanischen Apparaten erzeugten gewöhnlichen Elektricität analog verhält. Man hat elektrische Funken erhalten, Abweichungen der Magnetnadel beobachtet und wahrscheinlich entwickelt sich auch Wärme. Die heftigsten Schläge vermag der elektrische Aal zu erzeugen, er kann Menschen und Pferde betäuben und niederwerfen. *(R. Wagner.)*

Das **Nervensystem**, welches allen Thieren — nur bei den einfachsten (Infusorien) hat man es bis jetzt noch nicht entdecken können — zukommt, tritt in den verschiedenen Thierklassen in sehr verschiedenem Grade entwickelt auf. Es besteht aber immer aus einer doppelten Reihe von Gebilden, aus den rundlichen Centralorganen und aus den strangartigen Nerven. In beiden finden sich röhrenförmige Fasern (Primitiv-Nervenfasern) und in den ersteren auch noch sphärische Körperchen (Zellen), die sogenannten Ganglienkugeln. Jede Primitivfaser hängt mit dem Centralorgane zusammen, und zieht sich von hier ununterbrochen, ohne sich zu theilen oder mit andern Fasern zu verbinden, bis zu einer Stelle der Peripherie. — Das Centralorgan kann in sehr verschiedenem Umfange, sehr verschiedener Form und Zahl auftreten. Wo mehrere vorhanden, da findet sich ein Hauptcentralorgan, mit welchem alle Nerven verbunden sind, sei es unmittelbar oder mittelbar durch die untergeordneten Centralorgane. — Die Nerven können Fasern mit verschiedener Thätigkeit enthalten, nämlich mit centripetaler (Zuleitung von Eindrücken) und centrifugaler (motorischer) Action.

Bei den höhern Thieren ist wie bei den Menschen das Hauptcentralorgan das Gehirn, mit welchem eine Anzahl Nerven unmittelbar, viele andere dagegen nur mittelbar durch das Rückenmark verbunden sind; noch andere Nerven hängen mit Ganglien und erst durch diese mit Rückenmark und Gehirn zusammen. Die Ganglien erscheinen daher als Centralorgane für einzelne Nervenprovinzen, das Rückenmark für fast alle Theile mit Ausnahme des Kopfes und der Sinneswerkzeuge, das Gehirn endlich für alle, indem es auch die übrigen Centralorgane beherrscht. — Bei den wirbellosen Thieren fehlt durchgängig das Rückenmark, die meisten dagegen besitzen ein Hauptcentralorgan und Ganglien, manche nur ein mehr oder weniger einfaches Centralorgan und Nerven. (Ausführlicheres s. später in der Neurologie.)

Psychische Kräfte. Diese kommen nur dem Nerven-Centralorgane, und höchst wahrscheinlich nur dem Hauptorgane zu; sie werden durch die Erregung des Centralorgans mittels der centripetalen Nervenfasern (besonders der Sinnesnerven) erweckt und durch öfteres Ansprechen desselben allmälig gestärkt und leichter entwickelt (Gewohnheit, Uebung, Erziehung); durch die Action der motorischen Nerven dagegen treten sie in die Erscheinung. Nach der mehr oder weniger vollkommenen Entwickelung des Centralorgans in den verschiedenen Thierklassen verhalten sich auch die psychischen Kräfte verschieden stark, und so wie jene Entwickelung von den niedern zu den höhern Thieren stufenweise an Vollkommenheit zunimmt, so ist dies jedenfalls auch mit den psychischen Kräften in der Thierreihe der Fall. Der Mensch nimmt wegen der vollkommensten Ausbildung seines Gehirns in geistiger Hinsicht auch die oberste Stelle unter den Geschöpfen ein, doch dürfte, wenn wir die Bildung des Gehirns und die psychischen Thätigkeiten der höchsten Thiere betrachten, keine gar so grosse Kluft zwischen Thier und Mensch bestehen; es zeigt sich deutlich, dass die höhern Thiere Vorstellungen haben, urtheilen, schliessen und denken, dass sie Gedächtniss und Einbildungskraft besitzen. (Ausführlicheres s. später in der Neurologie bei den psychischen Actionen.)

Der Mensch

nimmt vermöge seiner vollkommenern körperlichen und von dieser abhängigen grössern geistigen Ausbildung die höchste Stelle unter den Geschöpfen der Erde ein. Er unterscheidet sich von den ihm zunächst stehenden Säugethieren vorzüglich durch eine, das schönste Ebenmaass zeigende Gestaltung, welche mit seinem entwickeltern Verstandesorgane (Gehirn), dem aufrechten Gange, der ungemein freien Beweglichkeit der Arme, der kunstvollen Hand, der articulirten Sprache im Zusammenhange steht. — Alle Menschen auf der ganzen Erde kommen übrigens in der Organisation mit einander überein und bilden ein Geschlecht, das vermöge seiner körperlichen Eigenschaften in die Klasse der Säugethiere gehört, den Vierhändern am nächsten steht und das einzige seiner Ordnung ist, welche man die der Bimanen oder Zweihänder nannte. Aeltere Naturforscher haben sogar den Menschen mit dem am höchsten stehenden Affen (Schimpansen) in eine Gattung vereinigt und diesen als *homo troglotydes*, jenen als *homo sapiens* aufgeführt. Allein der Mensch steht zu hoch und ist durch seine Vernunft über alle Geschöpfe zu sehr erhaben, als dass man ihn zu den Thieren stellen könnte; man trennt ihn deshalb jetzt von diesen und behandelt ihn für sich in einem eigenen Reiche, dem Menschenreiche. Dieses zerfällt, vorzüglich

durch die Verschiedenheit des Klimas, der geographischen und physischen Verhältnisse des Wohnortes, in verschiedene Hauptabtheilungen, die man Menschenraçen oder Menschenstämme nennt, und die sich mannichfaltig von einander unterscheiden.

Menschenraçen. Das Menschengeschlecht lässt in seinen verschiedenen Stämmen eine grosse Mannichfaltigkeit und Verschiedenheit hinsichtlich der geistigen und körperlichen Verhältnisse erkennen, die theils durch angeborne oder erworbene Bildung, theils durch die Einflüsse des Klimas und der Nahrung, durch Sitten und Gewohnheiten verschiedentlich modificirt werden. Nicht alle Menschen also stehen auf gleicher Stufe geistiger und körperlicher Vollkommenheit. Man hat die Menschen nach der Aehnlichkeit ihres Körperbaues in folgende verschiedene Raçen gebracht: *Blumenbach*, dem die Meisten folgen, in 5 (die kaukasische, mongolische, äthiopische, amerikanische und malayische Raçe); *Dumenil* in 6, indem er zu den vorigen Stämmen noch den hyperboreischen Stamm hinzufügte; *Cuvier* (mit *Prichard, Lesson*) nimmt nur 3 Raçen an (die weisse oder kaukasische, gelbe oder mongolische, schwarze oder äthiopische); *Rudolphi* zählt 4 Stämme (Europäer, Mongolen, Amerikaner, Neger), *Virey* nur 2 (weisse und schwarze); *Heusinger* und *Bory de St. Vincent* 15 (schlicht- und kraushaarige der alten und neuen Welt), *Desmoulins* 16 Stämme. *Carus* scheidet die Menschheit in die Nachtseite der Menschheit (äthiopische Stämme), in die Tagseite (kaukasisch-europäische Stämme), östliche Dämmerungsseite (mongolisch-malayisch-hindostanische Stämme) und in die westliche Dämmerungsseite der Menschheit (amerikanische Urvölker); *Arnold* nimmt kaukasische, altaische, indisch-oceanische, äthiopische und amerikanische Völker an. Die bequemste und gebräuchlichste Eintheilung nach *Blumenbach* ist folgende:

1) Die **kaukasische Raçe** (d. s. alle Europäer mit Ausnahme der Finnen und Lappen; die Westasiaten diesseits des Obi, kaspischen Meeres und des Ganges; die Mauren und Abyssinier in Nordafrika); die Hautfarbe ist mehr oder minder weiss-fleischfarben, gelblichbraun (hellbräunlich); das Haar lang, weich, mehr oder minder wollig, hell oder dunkel. Es zeichnet sich diese Raçe durch die hohe Ausbildung des Kopfes aus; der Schädel ist rundlich-symmetrisch, die Stirn hoch und gewölbt, das Gesicht proportionirt, oval und mit rothen Wangen, der Gesichtswinkel beträgt 80—85—90°; die Nase ist schmal, mehr oder weniger hervortretend und gebogen; die Zähne stehen senkrecht, die Lippen sind mässig dick, das Kinn springt etwas vor; der Bart, wie überhaupt der Haarwuchs, ist stark.

2) Die **mongolische Raçe** (d. s. die noch übrigen Asiaten mit Ausnahme der Malayen; in Europa die Lappen und Finnen; die nördlichsten Amerikaner, Eskimos, Grönländer); sie hat eine weizengelbe Hautfarbe; schwarzes, schlichtes, sparsames Haar; einen fast viereckig gestalteten Kopf; eine breite, flache, niedergedrückte Stirne; ein breites plattes Gesicht, dessen breitester Theil in die seitwärts kugelig vorspringende Backenknochengegend fällt; eine kurze, stumpfe, breite Nase; enggeschlitzte, schief nach innen und unten gerichtete Augenlider; weit aus einander stehende Augen; hervorstehendes Kinn; Zähne stumpf, gewölbten Limbus bildend; Gesichtswinkel 75—80°.

3) Die **äthiopische Raçe** (d. s. die noch übrigen Afrikaner oder die Neger, die Neger Neuhollands und des indischen Archipels oder Papus); sie hat eine schwarze oder schwarzbraune Hautfarbe; schwarzes, meist star-

kes, kurzes wolliges, krauses Haar; einen schmalen, von den Seiten zusammengedrückten Kopf; einen schmalen, langen Schädel; eine zurücktretende, niedere kugelige Stirn; nach vorn gerichtete Wangenknochen; eine kleine, dicke, breite, oben eingedrückte, aufgestülpte Nase; dicke wulstige Lippen; vortretenden Oberkiefer bei zurücktretendem Kinne und schräg gestellten Zähnen; einen Gesichtswinkel von 70—75°.

4) Die **amerikanische Raçe** (d. s. die sämmtlichen Bewohner Amerikas mit Ausnahme der nördlichsten Amerikaner, der Eskimos, Grönländer); sie hat eine bräunlich kupferfarbene Haut; schwarzes, schlichtes, sparsames Haar; schwachen Bart; eine kurze Stirn; tiefliegende Augen; mehr oder weniger vorragende, etwas stumpfe Nase; ein breites Gesicht mit vorstehenden Wangenknochen.

5) Die **malayische Raçe** (d. s. die eigentlichen Malayen des festen Landes Malacca, sowie die braunen Insulaner der Südsee, der Sundainseln, Molukken, Philippinen und Marianen); sie hat eine bald hell- bald kastanienbraune Hautfarbe; schwarzes, weiches, dichtes, lockiges Haar; einen mässig schmalen Schädel, etwas hervorstehende, krummgewölbte Stirn; mässig vorragende Oberkiefer; dicke, breite, platte und stumpfe Nase; dicke Lippen und grossen Mund.

Blumenbach hält die kaukasische Raçe für die Stamm- oder Mittelraçe und lässt sie durch die amerikanische in die mongolische und durch die malayische in die äthiopische Raçe übergehen, welche er für die Extreme ansieht, in die jene ausgeartet sei.

Fr. Arnold gibt nach einem mehr geographischen Eintheilungsprincipe, mit Rücksicht auf die Verwandtschaften und Verschiedenheiten im physischen Baue, in den intellectuellen und moralischen Fähigkeiten und in den Sprachen, folgende Raçen an:

I. **Kaukasische Völker** (Europäer, Westasiaten und Nordafrikaner): ihre geistigen und moralischen Kräfte sind am meisten ausgebildet; der Schädel und die Stirn ist vollkommen entwickelt und symmetrisch; Gesicht und besonders Kiefer wenig hervortretend. Die verschiedenen Theile des Körpers stehen in schönem Verhältniss mit einander; der Kopf und das Gesicht ist oval oder etwas rundlich; der Gesichtswinkel beträgt 80—85° selbst 90°. Sie werden von den altaischen Völkern durch den Ural, den Anfang vom Altai und den Himalaya geschieden, gehen aber durch die Lappen und Tartaren in diese über. Zu ihnen gehören:

1) Die **Lappen**; stehen in der Cultur am niedrigsten; sind von kleiner Statur (nicht über 4½'), aber sehr stark und gewandt (besonders im Laufen, Schwimmen, und Tauchen), doch friedliebend, haben kurzes, rundes Gesicht mit vortretenden Wangenknochen, einen im Verhältnisse grossen Kopf mit breiter Stirn; schwarze, kurze, schlichte Haare und schwärzliche Iris; die Augenbogen springen vor; die Augen liegen tief; die Nase ist kurz und platt, das Kinn spitz; die Barthaare kurz und dünn; die Haut gelblich, öfters bräunlich, sie werden sehr alt.

2) Der **finnische Stamm**; ist von mittlerer Körpergrösse und kräftigem Baue, hat ein kurzes und breites Gesicht, eiförmigen Schädel, schwarze oder braune Haare, dunkle kleine Augen; nicht hohe aber breite Stirn; starke Augenbrauenbogen; kurze etwas aufgestülpte und breite Nase; etwas aufgeworfene aber kurze Lippen; mehr spitziges als rundes Kinn, breite Schultern. Mit ihm sind hinsichtlich des **Baues** die **Ungarn** oder **Magyaren** verwandt.

3) Der **slavische Stamm** (Russen, Polen, Böhmen); sind von mittlerer Grösse, untersetztem muskulösen Baue, haben meistens dunkelbraune, öfters auch blonde oder schwarze, gewöhnlich schlichte und weiche Haare, einen mehr ovalen als runden Schädel, rundliches Gesicht, mässig hohe und breite, weniger gewölbte als flache Stirn; ansehnlich wulstige, mit mässig langen und dichten Augenbrauen versehene Augenbogen, ein wenig tiefliegende Augen, etwas hervorstehende Augenhöhlenränder; eine kurze oder mässig lange Nase mit weiten Nasenlöchern, eine etwas aufgeworfene Unterlippe, ein breites abgerundetes Kinn, volle vortretende Wangen; weisse, dicht neben einander stehende Zähne; in die Höhe gezogene Schultern, und eine dunklere Hautfarbe, als die folgenden Stämme, denen sie in der Cultur nachstehen. Sie haben auch weniger Liebe zur Industrie und Wissenschaft.

4) Der **celtische Stamm** (ist zerstreut in Süddeutschland, Irland, Schottland, Frankreich, selbst Spanien, Portugal und Italien), kommt mit dem gothischen häufig ver-

mischt vor, von dem er sich durch vorspringende Jochbeine, kürzeres Gesicht, stärkeren Knochenbau, dunklere Farbe der Haut, Haare und Augen unterscheidet. Die Korpergrösse ist meist 5½'; die Haare sind wenig lang, aber dicht, die Stirn ist auf den Seiten gewölbt und gegen die Schläfe abfallend, der Bart stark.

5) Der **gothische, teutonische** oder **germanische Stamm** (Schweden, Dänen, Engländer, Holländer und Deutsche, namentlich die Sachsen, Thüringer, Franken und Rheinländer; vermischt mit dem celtischen Stamme in Hessen, Schwaben und Elsass), hat: ein rundlich ovales Gesicht, eine gerade, ziemlich lange Nase, einen mittelmässigen Mund und wenig aufgeworfene Lippen; ein schlichtes oder leicht gelocktes blondes oder braunes Haar; grosse blaue Augen; weisse Hautfarbe und rothe Wangen; einen kräftigen und starken Körper und hohe Statur (5½—6'). Sie haben viel Sinn für Wissenschaften und Künste, besonders für philosophische Studien.

6) Der **pelasgische Stamm** (Griechen, Italiener, Spanier und Franzosen), ist im Allgemeinen schöngebildet, mit ovalem, regelmässigem Gesichte, schwarzen oder dunkelbraunen Haaren, rundem Kinne, kleinem Munde, gerader Nase, kleinen Händen und Füssen, schlankem Wuchse. Sie pflegen auch Wissenschaften und Künste, haben aber mehr, als der vorige Stamm, Neigung für rein praktische Beschäftigungen und lieben sinnliche Genüsse.

7) Die **Perser**, sind schön (durch Vermischung mit Georgiern und Circassiern), haben mittlere Grösse, ziemlich vollkommen gebauten rundlichen Schädel, mit ovalem Gesichte; eine schön gebildete Stirn; grosse sehr gebogene Augenbrauen gerade oder gebogene Nase, kleinen Mund, rothe Lippen, schwarze oder dunkelbraune, gelockte Haare, weisse oder dunkle Haut und starken Bart.

8) Die **Indier** (zu ihnen gehören vielleicht die Zigeuner), sind zart und zierlich gebaut, haben kleine Hände und Füsse, schlanke Glieder, lange Schenkel und etwas kurzen Rumpf; der Kopf ist klein, und die Stirn schmal und gerundet, das Gesicht ausdrucksvoll und länglich, die Augen tief liegend und gross, die Nasenbeine wenig vortretend, die Augenbrauen lang und schwach, die Kiefer zurückweichend; die Haare lang, fein und schlicht, schwarz und glänzend, die Hautfarbe dunkelgelb, meist wie Bronze.

9) Der **circassische** oder **georgische Stamm** (die Völker um den Kaukasus, die Georgier, Mingrelier, Oseten, Lesgier, Tscherkessen, Kaukasier), besitzt eine ausgezeichnet schöne Physiognomie, einen sehr wohlgestalteten Körper, eine mittlere Grösse und einen kräftigen Bau. Die Haare sind dunkel oder blond, die Augen braun, zuweilen blau.

10) Der **tartarische Stamm** (Tartaren, Turkomannen, Usbeken, Turkestaner, Kirgisen, Karakalpaken), macht den Uebergang von den kaukasischen Völkern zu den altaischen und nähert sich bald mehr den Europäern, bald mehr den Mongolen.

11) Der **aramäische** oder **semitische Stamm** (Armenier, Araber, Chaldäer, Syrer, Juden), hat ausgezeichnet regelmässige Züge, ein eiförmiges Gesicht, eine stark gebogene, zugespitzte, schmale Nase, hohe Stirn, dunkle feurige Augen; dunkles, meist schlichtes Haar, schwärzliche Hautfarbe, starken Bart. Das äussere Ohr steht etwas höher, als bei den früheren Stämmen; sie werden zeitig mannbar.

12) Der **nubische** oder **ägyptische Stamm** (Aegypter, Nubier, Berbern, Tuariks, Numidier, Mauren, Getuler, Tibbos, Chuanchen auf den canarischen Inseln, u. a. Völker des nördlichen Afrika), unterscheidet sich vom vorigen Stamme durch das weniger lange Gesicht, die nicht spitze und nicht stark gebogene Nase, grössere Augen, schwarz gelocktes Haar, kleinere und schmälere Stirn, breitere Wangen, mehr niedergedrückten Scheitel. weniger spitzes Kinn, fleischigere Lippen, schwächern Bart u. s. w. Das äussere Ohr steht bei ihnen noch höher.

II. Altaische Völker (welche nördlich, östlich und südlich vom Altaigebirge wohnen: Nord-, Ost- und Südasiaten mit Ausnahme der Malayen), sind in ihrem Baue einander sehr ähnlich und zeichnen sich aus: durch ein breites, plattes Gesicht, ziemlich grossen fast rautenförmigen Kopf, niedrige schmale Stirn, enge und schief nach innen und unten geschlitzte Augenlider, eine an der Wurzel eingedrückte und an den Flügeln breite aufgestülpte Nase mit grossen, runden, nach vorn gerichteten Nasenlöchern, von einander ziemlich entfernte Augen, breite und stark vortretende Wangen, spitzes Kinn, gelbe, wie lederne Haut, schwarze, schlichte und grobe Haare, grosse und vom Kopfe abstehende Ohren; die Kiefer stehen nicht vor. Zu ihnen gehören:

1) Der **sibirische** oder **scythische Stamm** (nördlich vom Altaigebirge wohnend; die Samojeden, Jakuten, Kamtschadalen, Tungusen), lebt grösstentheils von der Jagd und Rennthierheerden, ist arm, elend und geistig tiefstehend.

2) Der **kalmuckisch-mongolische Stamm** (Mongolen, Buräten, Kalmucken, Kalkas).

3) Der **japanische Stamm** (Japaner, Koreaner, Mandschuren und Kurilen), macht den Uebergang zu dem

4) **Chinesischen Stamm**, welcher sich von den Cochinchinesen dadurch unterscheidet, dass die letztern sehr lange Haare, eine kupferrothe Haut, schwarzgefärbte Zähne, sehr grossen Mund und dicke, hängende Lippen haben.

III. **Indisch-oceanische Völker** (welche die Inseln des indischen Oceans bewohnen; auf Java, Madura, Sumatra, Borneo, Celebes), sind in ihrem Baue und Charakter von einander sehr verschieden. Man kann von ihnen 4 Hauptstämme annehmen:

1) Die **Malayen** (auf den Inseln des indischen Archipels), sind von ziemlich schönem Körperbau, kräftig und schlank, haben eine braune, zuweilen ins Gelbe und Rothe, selbst Weisse und Schwarze spielende Hautfarbe, schwarzes glänzendes, weiches, dichtes gelocktes Haar, etwas hervorragende Stirn, eine dicke, breite, platte Nase, weite aber schief nach innen und unten geschlitzte Augen mit etwas gesenktem obern Augenlide, eine schwarze Iris, vorstehende Wangen, grossen Mund, schwarze nach vorn gerichtete Zähne, etwas vorspringende Kiefer, mittlere Grösse.

2) Der **carolinische Stamm** (auf den Molucken, Philippinen, Carolinen, im Innern Neu-Guineas und Neu-Hollands), hat: ein schlichtes langes Haar, theils ganz schwarze, theils kupferrothe Farbe, platte Nase, weite Nasenlöcher, vorstehende Backenknochen, lange dünne Glieder. Sie sind äusserst roh und uncultivirt.

3) Der **australische Stamm** (auf Neu-Guinea, gen. Papus; Van Diemensland, gen. Tasmanier, Neu-Holland) hat: wolliges, schwarzes, feines und krauses Haar, schwarze Hautfarbe, aufgestülpte Nase, breite Nasenlöcher, vorstehende Backenknochen, ungleiche Zähne, grossen Mund, schmales und enges Schädeldach. Sie sind sehr wild und gänzlich uncultivirt.

4) Der **oceanische Stamm** (bewohnt die vielen kleinen Inseln des grossen Oceans zwischen Asien und Amerika, wie: Neu-Seeland, Sandwich-, Marquesas-, Freundschafts-, Gesellschafts- u. a. Inseln), ist gross und schön, mit regelmässig geformten Zügen, weisser Haut, schwarzen Haaren und Augen, ziemlich vollkommen gebildetem Schädel und ovalem Gesicht.

IV. **Aethiopische Völker** (welche im Innern, im Süden, auf der West- und zum Theil auf der Ostküste von Afrika und auf Madagaskar wohnen). Die eigentlichen **Neger** charakterisiren sich: durch einen schmalen, seitlich zusammengedrückten Schädel mit breiten Schläfen, ein schmales Vorder- und flaches Hinterhaupt, eine schmale, niedrige, zurückweichende Stirn, ein längliches, an den Wangen vortretendes Gesicht, dicke, breite Nase, wulstige, aufgeworfene Lippen, kleine Schädelhöhle mit weit hinten stehendem Hinterhauptsloche, sehr vorspringenden Oberkiefer, schiefgestellte Schneidezähne, einen Gesichtswinkel von 70—75°, schlanken Gliederbau, dünne Waden, rundlichen Brustkasten, schwarze, sammtartige Haut, schwarze, krause, wollige Haare. Sie besitzen eine bedeutende Schärfe der Sinne, List, Kraft, Gelenkigkeit und Ausdauer. Zu ihnen gehören:

1) Die Bewohner von Sudan; — 2) die Bewohner von Senegambien, Ober- und Unter-Guinea; — 3) die Hottentotten und Buschmänner; letztere stehen auf der tiefsten Stufe der menschlichen Stufenleiter; — 4) die Kaffern; — 5) Die Bewohner der Ostküste von Madagaskar.

V. **Die amerikanischen Völker** (Ureinwohner Amerikas, von der Beringsstrasse bis zum Kap Horn), haben im Durchschnitte ein breites, aber nicht plattes Gesicht, eine niedrige zurückliegende Stirn, vorspringende und hohe Backenknochen, stark ausgeprägte Gesichtszüge, tief liegende Augen, schlichtes, straffes, glattes und dunkles Haar, kupferrothe oder bräunliche Hautfarbe, wenig Barthaar; die Kiefer treten stark vor, der Gesichtswinkel beträgt 75—80°. Zu ihnen gehören:

1) Die Eskimos und Grönländer; — 2) die Völker der Hudsonsbay-Länder; — 3) die Urbewohner der vereinigten Staaten von Amerika; — 4) die Mexikaner und Californier; — 5) die Bewohner der karaibischen Inseln und von Columbien; — 6) die Völker Brasiliens; — 7) die Indianer von Chile, Tacuman und Paraguay; — 8) die Patagonier und Pempas; — 9) die Feuerländer und Pescherähs.

Mit Rücksicht auf die Sprachenstämme lassen sich auf dem grossen europäisch-asiatischen Continente unterscheiden: 1) die Völker des indo-europäischen Sprachenstammes, umfassend das Sanskrit, die Persische, Griechische, Lateinische, Germanische, Celtische, Slavische Sprache. — 2) Die Semitischen Sprachen, Aramäische, Phönicische, Hebräische, Arabische, die Aethiopische oder Gerzische im nördlichen oder nordöstlichen Afrika. (Diese Sprachen unter 1 und 2 werden von Völkern gesprochen, die man unter die kaukasische Raçe zählt.) — 3) Die Völker der Tschudischen Sprachen, wohin die mehr oder weniger verwandten Sprachen

der Ungern, Finnen Lappen, Samojeden, Esthen, Lieven, Permier, Wogulen, Ostiaken, Tscheremissen, Mordvinen, Koriäken, Tschuktschen, Kurilen, Georgier und Tscherkessen gerechnet werden. — 4) Die **Völker der tartarischen, mongolischen Sprachen**, wie die Mandschu in China, die Türken, Usbeken, Bucharen, Baschkiren, Jakuten, Kirgisen, Kalmucken, Tungusen u. a. — 5) Die **Völker einsilbiger Sprachen** (welche keine Endbiegungen haben und die Beziehungen der Wörter durch die Betonung ausdrücken), theils mit Begriffszeichen (China, Tonkin, Kochinchina), theils mit Sylbenschrift (Tibet, Siam, Birma).

Eine scharfe Eintheilung der Menschenraçen ist unmöglich, und es ist am zweckmässigsten, die *Blumenbach*'schen Raçen als constante und extreme Formen der Variationen anzusehen. Uebrigens sind diese Raçen nicht Arten eines Genus, sondern Formen einer einzigen Art, welche sich fruchtbar paaren und durch die Zeugung fortpflanzen können (ihre Bastarde sind nicht unfruchtbar). Wenn einzelne Stämme und Völker sich mit einander mischen, so sehen die Nachkommen theils dem einen, theils dem andern ähnlich und werden je nach den Abarten, von denen sie entsprungen sind, verschieden benannt. Mulatten heissen die Kinder von Europäern und Negern, Mestizen die von Europäern und Amerikanern, Sambos die von Negern und Amerikanern; Europäer und Mulatten zeugen Tercerons, diese mit Europäern Quarterons; die Quinterons werden den Weissen gleich gehalten. Uebrigens erzeugen die verschiedenen Raçenmenschen unter sich, auch in andern Klimaten, immer nur ihres Gleichen, und es werden z. B. Europäer in einem heissen Klima niemals einen negerartigen Menschen zeugen u. s. f.

Ob die angeführten Menschenstämme **von mehreren** oder **einem Urmenschenpaare abstammen**, lässt sich nicht ermitteln. Die Abstammung von einem einzigen Paare ist nicht ganz wahrscheinlich, aber durchaus nicht unmöglich, denn die Geschichte der Raçen der Thiere und Pflanzen führt zu dem Satze, dass alle wahren Raçeverschiedenheiten **einer** Art von Einzelnen aus durch innere und äussere Ursachen und in hinreichend langer Zeit sich bilden können. — Viele nehmen an, dass die zahlreichen Völker des Erdballs von einigen Raçen ausgegangen seien und suchen ihre Ansicht durch die Verwandtschaft der Sprachen nachzuweisen. Andere geben jedem Lande seine Autochthonen. Diejenigen, welche den biblischen Sagen glauben, lassen von *Noah* und seinen 3 Söhnen alle Menschen herstammen; *Japhet* sehen sie als den ursprünglichen Stammvater der weissen Raçe (Araber, Juden, Celten, Kaukasier), *Sem* als den der gelben Raçe (der Chinesen, Kalmucken, Mongolen, Lappen) und *Cham* als den der schwarzen Raçe (der Neger und Hottentotten) an; die Malayen betrachten sie als eine Vermischung der Geschlechter *Sem* und *Cham*, und die Amerikaner leiten sie von *Cham* ab. Den Ursprung der ersten Menschen nehmen Einige auf den höchsten Gebirgen an, so den der kaukasischen Völker auf dem Kaukasus, den der Afrikaner zum Theil vom Atlas, der Amerikaner von den Anden, der Mongolen vom Altai und Himalaya, und lassen von ihnen aus sich die Menschen nach Süden und Osten, nach Westen und später nach Norden ausbreiten. Manche halten Kleinasien für den ersten Wohnsitz und glauben aus dem weissen Menschenstamme seien die übrigen hervorgegangen. Andere sehen Afrika für die Wiege des Menschengeschlechts und die Neger für den ursprünglichen Menschenstamm an, indem sie sich an den Satz halten, dass die organischen Schöpfungen stets vom Unvollkommenen zum Vollkommenen fortgeschritten wären.

[*Retzius's* Eintheilung der Menschenraçen nach dem Kopfe und Gesichte s. später bei den Formverschiedenheiten des Körpers; VI. *c*.]

Aeusseres des Menschen im Allgemeinen.

Der menschliche Körper, im Ganzen wie in seinen einzelnen Theilen, zeigt hinsichtlich der Form, der Grösse, des Umfangs, des Gewichts, der Haltung grosse Verschiedenheiten, doch halten sich diese stets innerhalb bestimmter Gränzen, nach Raçe, Klima, Boden, Geschlecht, Lebensweise, Gebräuchen und nach manchen andern individuellen Verhältnissen. — Immer spricht sich am Körper trotz seiner grossen Verschiedenheiten eine schöne Symmetrie zwischen den einzelnen Theilen, besonders zwischen der rechten und linken Körperhälfte aus. Wohl nie stehen aber die verschiedenen Organe und Systeme des Körpers, sowie deren Functionen im vollkommensten Gleichgewichte mit einander, sondern stets überwiegt eines oder mehrere derselben die andern. Dadurch erhält jeder Körper eine eigenthümliche Beschaffenheit und diese nennt man Constitution (d. i. also der Inbegriff von Eigenschaften, welche dem Körper vermöge des habituellen Verhaltens der ihn constituirenden Theile perennirend zukommt). Dieselbe ist meist angeboren, dauernd, forterbend; doch kann sie auch durch nachträgliche Einflüsse (Alter, Klima, Lebensweise) bisweilen mehr ausgebildet oder verändert, erworben oder getilgt werden. Die äussern Kennzeichen der Constitution bilden den Habitus. Eigentlich ist die Constitution, als durch ein Missverhältniss der normalen Harmonie der Systeme und Thätigkeiten erzeugt, schon für eine Abweichung von der absoluten Gesundheit, als der erste Anfang von Krankheit, als normale Krankheitsanlage anzusehen; jedenfalls begünstigt sie die Entstehung bestimmter Krankheiten. — Da das verschiedene Verhalten der der Vegetation dienenden Systeme auch eine Verschiedenheit in der Thätigkeit des Nervensystems, vorzüglich auch des psychischen erzeugt und umgekehrt die verschiedene Thätigkeit des Nervensystems Veränderungen in den vegetativen Functionen hervorruft, so steht die Constitution mit dem Temperamente (d. i. der Grad der psychischen Reaction auf äussere Eindrücke und der daraus hervorgehenden Strebungen) in engster Verbindung; jedes kann Ursache und Wirkung des andern sein. [Krankheiten können dem Habitus bestimmte Eigenthümlichkeiten aufdrücken (d. i. der Krankheitshabitus, welcher niemals Ursache, sondern stets nur Symptom der Krankheit ist), die sich entweder am ganzen Aeussern des Körpers oder nur an gewissen Körpergegenden aussprechen.]

I. Höhe (Statur) des Körpers.

Die Länge des menschlichen Körpers, die stets nach Alter, Geschlecht, Raçe u. s. f. verschieden ist, wird hauptsächlich durch die Höhe des Skelets, sowie durch die Zwischenwirbelbänder, die Haut des Scheitels und der Fusssohle bestimmt. Sie erreicht nach *Quetelet* erst im 25., ja 30. Jahre (nicht schon im 20., wie allgemein angenommen wird) ihr Maximum, und nimmt mit dem 50. Jahre wieder ab, auch ist sie am Abende, besonders nach schwerem Tage-

werke, gewöhnlich etwas geringer (um 1—2″), als am Morgen. Die Höhe des ausgewachsenen Menschen beträgt etwa 3½ bis 4mal mehr als die des Neugebornen (die etwa 16—20″ misst); sie wechselt zwischen 54—70″ (4—6 Fuss). Die mittlere Grösse des Mannes ist etwa 5′ 2—4″, während das Weib gegen 3—6″ weniger misst. Die Männer variiren hinsichtlich der Grösse viel mehr unter einander, als die Weiber. Bei grössern Menschenschlägen sind die Weiber bei weitem kleiner, als die Männer, bei kleinern Nationen hingegen mit denselben von ziemlich gleicher Grösse. Im Allgemeinen findet sich in den gemässigten Zonen und feuchten Gegenden ein grösserer Schlag von Menschen als in den heissen und kalten Klimaten. (Besonders klein sind die Lappländer, Kamtschadalen und Grönländer.) Bei grösserm Wohlstande (besserer Nahrung, weniger Sorgen und Anstrengungen, in Städten) scheint die Grösse zuzunehmen, während bei Armuth (Theuerung), Sorgen und Anstrengungen das Gegentheil stattfindet. — Beim Neugeborenen beträgt die Länge im Durchschnitte 16—20″; das Kind wächst im 1. Jahre etwa 6—8″, dann bis zum 7. Jahre ungefähr 3″ jährlich. Das schnellste Wachsthum findet also in den ersten Lebensmonaten statt und dauert, doch in weit geringerem Grade, bis gegen das 7. Jahr hin, von welcher Zeit an es dann langsamer von statten geht. Um die Zeit der Pubertät tritt aber noch einmal ein merklich schnelleres Wachsthum ein. Im Sommer soll die Längenzunahme des Körpers merklicher als in den übrigen Jahreszeiten sein. Ein auffallend rascheres Wachsthum wird nicht selten nach überstandenen schweren acuten (fieberhaften) Krankheiten beobachtet, sowie auch danach bei Ausgewachsenen oft ein merkliches Starkwerden eintritt (wahrscheinlich wegen des regern Stoffwechsels nach beschleunigter Mauserung).

Das Kleinwerden am Abende schreibt man gewöhnlich der durch tagelange Compression erzeugten Verdünnung der Zwischenwirbelknorpel und des Fettpolsters der Fusssohle zu. Es dürfte aber wohl mehr von der Senkung des Rumpfes auf den Schenkelköpfen nach vorn und von der durch die Ermüdung der Streckemuskeln erzeugten Vorwärtsbeugung der Wirbelsäule (besonders im Lendentheile) herrühren.

Wirkliches Kleinwerden wird, ausser am Abende und im Alter, noch vorkommen können: *a.* beim Niedrigerwerden des Skelets, wie durch Zerstörung der Wirbel und Zwischenwirbelknorpel, der Gelenkköpfe der untern Extremitäten, durch Verkrümmung der Wirbelsäule und der Beine; und *b.* durch Schwäche und Lähmung der Streckmuskeln.

Uebermässige Grösse (Riesenwuchs, *macrosomia*, *magnitudo gigantea*) besteht entweder mit richtiger Proportion der einzelnen Theile oder es sind einige Abschnitte vorwaltend ausgebildet; es findet sich z. B. bisweilen ein überzähliger Wirbel oder eine excessive Entwickelung der untern Extremitäten Eben so ist die Entwickelung der Weichtheile entweder der Länge des Skelets proportional, oder es sind einige derselben (wie Muskeln, Herz, Gehirn, Geschlechtstheile, Fett) zurückgeblieben. Die meisten Individuen von sehr hohem Wuchse geniessen nur eine mittelmässige Gesundheit, haben eine schwächliche Constitution, einen langen, platten, engen Thorax und sind häufig anämisch (wegen der stärkern Consumtion plastischer Blutbestandtheile); sie altern leichter, erreichen seltener ein hohes Alter und dieses ist meist von bedeutenderer Verkrümmung der Wirbelsäule begleitet. Auch

ist beobachtet worden, dass sehr lange Menschen den Strapazen und Entbehrungen weniger gut widerstehen können, als kleinere. Wirklich riesenhafte Figuren sind gewöhnlich schwach an Körper- und Geisteskräften. Sehr hohe Weiber sind häufig unfruchtbar. Lange Individuen sollen häufiger Hernien erleiden als kleinere (unter 5'); deshalb kommen vielleicht auch bei Männern häufiger als bei Weibern Brüche vor (abgesehen von der Lebensweise). —

Regelwidrige Kleinheit kommt entweder mit einem harmonischen Verhältnisse der einzelnen Theile zu einander, als Zwerchwuchs, *microsomia*, vor; oder, in Folge von Hemmung des Wachsthums und Krümmungen der Knochen (besonders durch Rhachitis), mit Missgestaltung (vorzüglich des Rückgrathes und der Beine) und Missverhältniss der verschiedenen Theile zu einander. Erschöpfende Krankheiten, besonders des Gehirns und Rückenmarks, in den Kinderjahren können das Wachsthum hemmen.

Uebermässig schnelles Wachsthum disponirt sehr, hauptsächlich wegen der unvollkommnern und der der Länge des Körpers nicht entsprechenden Ausbildung der wichtigern Höhlen und der darin befindlichen Organe (besonders des Thorax und der Lungen) zu verschiedenen nicht ungefährlichen Krankheiten. Indem sich nämlich die innern Organe nicht in dem Maasse entwickeln können, als es die peripherischen erfordern, bleiben die letztern in ihrer Ausbildung und Thätigkeit zurück (Muskel- und Nervenschwäche; Veitstanz, Lähmungen); die ersteren neigen aber ebenfalls leicht zu Krankheiten (Lungen-, Herzkrankheiten), und bedingen eine unvollständige Blutbildung (Anämie, Bleichsucht) und Ernährung. Vorzüglich findet sich dabei eine vorzeitige Entwickelung des Geschlechtstriebes (Onanie).

II. Umfang des Körpers.

Die Breite und Dicke des menschlichen Körpers (vorn, hinten und seitlich), welche sich nach der mehr oder weniger guten Nahrung, nach der geistigen und körperlichen Beschäftigung, nach Temperament, Constitution, Raçe, Geschlecht, Alter und Familienanlage richtet, wird bedingt: durch die Entwickelung des Skelets, durch die Ausbildung der Musculatur (bei athletischen, vollsaftigen, blutreichen Individuen) und durch Fettreichthum (wie bei Kindern, Weibern, im spätern Mannesalter mit dem Embonpoint). Auch abnorme Ablagerungen in die Höhlen und in die allgemeinen Bedeckungen (von Wasser, Luft, Blutbestandtheilen, Entzündungsproducten) können den Umfang des Körpers abändern. Man bezeichnet danach den Körper als dick- oder zartknochig, muskulös, fett, mager, gedunsen, geschwollen. Vorzüglich hat die Entwickelung des Kopfes, Brustkastens und Beckens grossen Einfluss auf den Umfang, besonders die Breite, des Körpers. Die grösste Breite des Kopfes wechselt zwischen 5—6", die der Brust in der Gegend der 7. und 8. Rippe zwischen 10 — 11", in der Gegend der Schultern zwischen 13 — 15", die des Beckens an den Rollhügeln zwischen 11 — 12". Beim Manne sind die Schultern breiter als das Becken, die Frau ist in beiden Regionen gleich breit, ja in letzterer breiter. — Einen magern und schlanken Körper trifft man im Allgemeinen bei den Bewohnern der heissen Erdstriche, einen dicken und breiten dagegen bei denen der kalten. — Die Oberfläche des Körpers wird im Mittel auf 15 Quadratfuss geschätzt.

Zunahme des Körperumfanges kann eine normale oder mehr oder weniger krankhafte sein; sie kann allmälig oder sehr rasch erfolgen.

Die krankhafte, oft ziemlich schnell auftretende Zunahme hat ihren Grund entweder in excessiver Fettbildung (Fettsucht; s. bei Fett), oder in widernatürlicher Wasser- und Luftansammlung in und unter der Haut (Hydrops und Emphysem). Normal kommt sie vor bei Bildung guten Blutes (gute Nahrung und Verdauung, gute Luft), bei gehöriger Stoffmetamorphose (bei mässiger körperlicher und geistiger Anstrengung und Sorglosigkeit); bei Schwangerschaft.

Abnahme des Körperumfanges ist, wenn sie mit Sinken des Tonus, mit Schlaffheit *(collapsus)*, Welkheit und Kraftlosigkeit einhergeht, als krankhaft anzusehen. Dagegen darf Magerkeit nicht gleich für Schwäche gehalten werden, zumal wenn sie mit Festigkeit und Straffheit der Faser verbunden ist. Sie deutet dann im Gegentheil auf Kraft und feste, dauerhafte Gesundheit, die auch grosse Anstrengungen und Entbehrungen ertragen kann. Magerkeit findet sich meistens beim männlichen Geschlechte nach beendigter Körperentwickelung bis gegen das 40. Jahr, bei thätiger, mit Anstrengung verbundener Lebensweise, lebhaftem sanguinisch-cholerischen Temperamente, bei Abhärtung und häufigem kalten Baden.

Höhere Grade von Abmagerung (allgemeine Atrophie, Ab- oder Auszehrung, Tabescenz, Schwund) kommen zu Stande: 1) bei verminderter Reproduction, welche die Folge sein kann: von zu wenig oder von schlecht nährendem Blute, wie im Alter, bei wenig und schlechter Nahrung, gestörtem Verdauungs-, Assimilations- oder Respirationsprocesse; von grossen, anhaltenden oder oft wiederkehrenden Verlusten an Blut oder Blutbestandtheilen; von krankhafter Blutmischung. 2) Bei Missverhältniss zwischen Verbrauch und Wiederersatz der organischen Masse, welches durch Krankheiten (grosse Säfteverluste und Ausschwitzungen, luxuriirende Afterbildungen, Schlaflosigkeit und anhaltende Schmerzen u. s. w.), oder durch excedirende physiologische Processe (zu rasches Wachsthum, zu grosse körperliche und geistige Anstrengungen, deprimirende Gemüthsstimmung, geschlechtliche Ausschweifungen u. s. w.) hervorgerufen werden kann.

III. Gewicht des Körpers.

Das Gewicht des Körpers, welches sehr bedeutenden Verschiedenheiten unterworfen ist (da es ja schon nach Tages- und Jahreszeiten merkliche Abweichungen zeigt), richtet sich besonders nach der Ausbildung der Knochen und Muskeln und hängt deshalb vorzüglich von der Statur und dem Umfange des Körpers ab. Nach *Quetelet* soll bei Individuen gleichen Alters ein ziemlich constantes Verhältniss zwischen dem Gewichte und Wuchse bestehen; es sollen sich beim Ausgewachsenen die Gewichte etwa wie die Quadrate des Wuchses zu einander verhalten. Unmittelbar vor der Pubertät hat Mann und Weib etwa die Hälfte des Gewichts, welches sie bei vollkommener Entwickelung (wo sie ungefähr 20mal so viel als bei der Geburt wiegen) erreichen; im 19. Jahre haben sie das des Alters.

Im Allgemeinen kann man bei gut gebauten Körpern für 1″ Höhe etwa 32 Unzen rechnen; für den ganzen Körper wechselt das Gewicht zwischen 100—200 ℔, das mittlere beträgt beim Manne bei 60—64″ Länge 125—150 ℔, bei der Frau bei 56—60″ Höhe 110—130 ℔. Der Mann erreicht das Maximum seines Gewichts gegen das 40., das Weib erst gegen das 50. Jahr, dann nehmen beide merklich wieder ab, so dass der Körper im hohen Alter ungefähr 12—14 ℔ an Schwere verloren hat. Obschon das Gewicht der Frau immer kleiner als das des Mannes ist, so kommen sich doch beide um das 12. Jahr ziemlich gleich (weil die Pubertät beim Weibe jetzt schon eintritt und den Körper schwerer macht, was beim Knaben erst im fol-

genden Jahre der Fall ist). — Das specifische Gewicht des Erwachsenen beträgt nach mässigem Ausathmen im Mittel 1,0551, bei leeren Lungen und Därmen 1,1291; es soll sich im Alter ebenfalls vermindern.

Das Gewicht des Neugebornen beträgt etwa 6—7 ℔ und nimmt im 1. Jahre um ungefähr 10—12 ℔ zu; die Zunahme vom 2. bis 7. Jahre beläuft sich dann auf ungefähr 20 ℔, so dass das Kind jetzt gegen 40 ℔ wiegt. Das weibliche Kind ist schon von der Geburt an leichter. *Chaussier* und *Quetelet* beobachteten, dass nach der Geburt das Kind zuerst (bis zum 3. Tage) etwas an Gewicht verliert (weil es noch nichts geniesst) und am 7. noch nicht ganz das Gewicht wieder erreicht hat, was es bei der Geburt hatte.

Leichter muss der Körper werden durch verminderte Reproduction (besonders im Knochensystem) oder bei vermehrter Consumtion bei gewöhnlichem oder vermindertem Wiederersatze (bei langem Hungern, Zehrkrankheiten, reichlichen Ausleerungen, im Sommer). *Puchelt* fand croupkranke Kinder, die viel *Calomel* genommen, merkwürdig leicht (wegen bedeutender Abmagerung). — Specifisch leichter (so dass er im Wasser nicht untersinkt) wird der Körper durch starke Fettablagerung oder Luftansammlung (Emphysem, Tympanitis).

Grössere Schwere im Verhältniss zum Umfange des Körpers findet sich in Folge pathologischer Ablagerungen (besonders knochiger, bei gichtischer und scrophulöser Dyskrasie).

Scheinbar ist das Gewicht vermehrt bei lähmungsartigen oder krampfhaften Zuständen (kurz vor dem Tode, Todtenschwere), da diese die Bewegungsfähigkeit aufheben.

IV. Proportionen des Körpers.

Um die Verhältnisse der Körpertheile zu ergründen, wählen die Künstler diesen oder jenen Theil des Körpers als Maasseinheit, die neuern die Kopf- und Gesichtshöhe, die alten dagegen die Fusslänge. Jedenfalls gibt der Fuss noch ein bestimmteres Maass ab als der Kopf, da dieser bei schlankem Wuchse kleiner wird. *Arnold* fand, dass weder der Kopf allein, noch der Fuss allein bei Bestimmung der Proportionen zu Grunde gelegt werden dürfen, sondern dass der Kopf der Maasstheil für den Rumpf, die Hand für die obere, der Fuss für die untere Extremität ist, und dass im Kopfe, Fusse und an der Hand wiederum kleinere Maasseinheiten liegen, durch welche ihre Grösse bestimmt werden kann. — Bei den verschiedenen Geschlechtern (s. später), Menschenraçen und Nationen (s. später) zeigen sich mehrere Abweichungen in den Verhältnissen der Körpertheile zu einander.

Bei der natürlichen Stellung des Menschen mit der hohlen Hand am Körper fällt die Mitte der Längenachse gerade in die Mitte der Geschlechtstheile oder an den grossen Rollhügel; das obere Viertel reicht vom Scheitel bis zur Magengrube, das untere vom Knie bis zur Ferse. *Sue* setzte den Mittelpunkt des Körpers auf die Schambeinfuge; *Brillaut-Savarin* theilt das männliche Geschlecht in 2 Klassen, in der ersten ist die untere Körperhälfte kürzer (die Muskeln sind dicker), bei der zweiten verlängern sich die untern Extremitäten auf Kosten des Rumpfes (die Muskeln sind schlanker). Neuere Messungen zeigen, dass die Mitte der Körperhöhe bald auf die Mitte der Symphyse, bald über, bald unter dieselbe fallen kann (mit etwa 4″ Unterschied), und dass es nicht möglich ist, aus der Länge eines Gliederknochens die Höhe eines Individuums nur annäherungsweise zu bestimmen (eher noch durch den Fuss s. später). Das Weib hat verhältnissmässig einen längern Rumpf, der Mann verhältnissmässig längere Extremitäten deshalb fällt die Hälfte der Körperlänge beim Manne im Allgemeinen in die Schambeinfuge,

beim Weibe hingegen über dieselbe. — Bei ausgestreckten Armen beträgt das Maass von der Spitze des einen Mittelfingers bis zu der des andern gerade so viel als das vom Scheitel bis zur Ferse (der Mensch klaftert genau so viel, als seine Höhe beträgt, er bildet ein vollkommenes Quadrat). Der mit abducirten Schenkeln liegende Mensch beschreibt einen Kreis, dessen Centrum der Nabel ist.

Die alten Künstler gaben ihren Statuen 6, 6½—7 Fusslängen, die neuern theilen den Körper in 10 (meist 8½) Gesichts- oder 8 (meist 7½) Kopflängen. Frühere Messungen bestimmen die Maasse so: das Gesicht hat 3 Nasenlängen, die Augenbreite (der Raum zwischen beiden Augen) beträgt ⅙ der Gesichtslänge, ebensoviel der Raum zwischen dem innern Augenwinkel und der Grundfläche der Nase; der Mund ist ¼ der Gesichtslänge breit. Der Hals (vom Kinne bis zum Brustbeine) hat ⅔ der Gesichtslänge. Die Brust (von der Hals- bis zur Magengrube) hält 1 Gesichtslänge, ebensoviel ist es von der Halsgrube zur Achsel; von der Halsgrube zur Brustwarze, und von einer Brustwarze zur andern 1 Gesichtslänge; von einer Schulter zur andern 2½ Gesichtslänge. Bauch: von der Herzgrube zum Nabel 1 Gesichtslänge, ebensoviel vom Nabel bis zu den Geschlechtstheilen. Obere Extremität: Oberarm 2 Gesichtslängen, Vorderarm 1½, Hand 1 Gesichtslänge (Mittelfinger ½). Untere Extremität: Oberschenkel 2, Knie ½, Unterschenkel 2 Gesichtslängen.

Nach dem *Abbé Expilli* würde ein Mensch physisch vollkommen sein, wenn er die Beine eines Spaniers, die Hand eines Deutschen, den Kopf eines Engländers, die Augen eines Italieners, den Rumpf, Wuchs und Haltung eines Franzosen hätte.

Nach *Arnold* kann man als Norm annehmen, dass die Höhe der Vorderseite des Kopfes, mit 3 multiplicirt, die Länge des Rumpfes (vom Kinne bis zur Schambeinfuge), die Länge der Hand, mit 3 multiplicirt, die des Ober- und Unterarms, und die Länge des Fusses, mit 3 multiplicirt, die des Ober- und Unterschenkels gibt. — Die Höhe des Kopfes beträgt im Mittel beim Manne 8″ (bei der Frau 7″ 6‴), die des Rumpfes 24″ (bei der Fr. 22″ 6‴); die Länge des Fusses 9″ 9‴ (bei Fr. 8″ 6‴); die des Ober- und Unterschenkels 29″ 3‴ (bei Fr. 25″ 6‴), hierzu noch die Höhe der Fusswurzel 2″ 9‴ (bei Fr. 2″ 6‴); die Länge der Hand 7″ 3‴ (bei Fr. 6″ 6‴), die des Ober- und Unterarms 21″ 9‴ (bei Fr. 19″ 6‴). — Die kleinern Maasseinheiten, welche der Länge des Kopfes, Fusses und der Hand zu Grunde liegen, finden sich in der Länge des Nasenbeins (10⅔‴, bei Fr. 10‴), des Nagelgliedes der grossen Zehe (13‴, bei Fr. 11⅓‴) und des Nagelgliedes des Mittelfingers (9⅔‴, bei Fr 8⅔‴). Werden diese Maasstheile mit 3 multiplicirt, so ergibt sich der Längendurchmesser der mittlern Abtheilungen des Kopfes (d. i. der Oberkiefertheil des Gesichts 32‴, bei Fr. 30‴), des Fusses (Mittelfuss 39‴, bei Fr. 34‴) und der Hand (Mittelhand 29‴, bei Fr. 26‴). Diese Maasse wiederum mit 3 multiplicirt geben nun die Höhe des ganzen Kopfes, die Länge des Fusses und der Hand.

V. Symmetrie des Körpers.

Der menschliche Körper besteht aus einer Menge von Gebilden und Abtheilungen, die bald eine mehr oder weniger vollkommne Uebereinstimmung (Symmetrie), bald eine grössere oder geringere Aehnlichkeit (Analogie) mit einander haben. Zieht man eine Linie vom Scheitel senkrecht mitten durch den Körper bis zum Boden (Mittellinie, *linea mediana*, an welcher die Wollhaare bei der Frucht von beiden Seiten her convergirend zusammenstossen), so wird derselbe in 2 gleiche Seitenhälften getheilt, in eine rechte und linke, in deren jeder so ziemlich dieselben Organe (paarige, *partes pares*) und

zwar in derselben Entfernung von der Mittellinie sich befinden. Die in der Mittellinie selbst liegenden Organe sind unpaarige *(partes impares)*, und bestehen grösstentheils aus 2 gleichen Hälften (sind unpaarige symmetrische); doch gibt es auch noch einige wenige unpaarige Organe, die nur in einer Seitenhälfte oder in der Mittellinie liegen und keine seitliche Symmetrie zeigen (d. s. unpaarige unsymmetrische). Am deutlichsten ist die Symmetrie zwischen rechter und linker Seite des Körpers ausgesprochen; weniger Aehnlichkeit findet sich zwischen der obern und untern, am wenigsten zwischen der vordern und hintern Körperhälfte.

a. **Die seitliche Symmetrie (seitlicher Dualismus) zeigt sich am deutlichsten an der äussern Oberfläche; hier erscheint der Körper wie aus 2 seitlichen, in der Mitte verschmolzenen Abschnitten gebildet. Auch geschieht wirklich bei der Entwickelung an mehrern unpaarigen symmetrischen Organen eine Verschmelzung zweier getrennt sich bildenden Hälften in der Mittellinie. — Durch diese seitliche Symmetrie ist nicht nur die Schönheit des Körpers bedingt, sondern auch ein Gleichgewicht zwischen beiden Körperhälften und eine Uebereinstimmung der Empfindung doppelt vorhandener Sinnesorgane hergestellt. Doch ist bei der Mehrzahl der Menschen die rechte Hälfte stärker entwickelt als die linke.**

Die Mittellinie an der Oberfläche des Körpers wurde von den Alten bei Operationen ängstlich vermieden, allein ohne allen Grund, denn sie ist gerade einer der am wenigsten gefährlichen Punkte, da hier weder bedeutende Gefässe noch Nerven ihre Lage haben.

Durch die Nichtvereinigung der beiden Hälften mancher Organe, in Folge gehemmter Entwickelung (aus Mangel an Vereinigungskraft), bilden sich Spalten in der Mittellinie, z. B. Wolfsrachen und Hasenscharte, *spina bifida*, Brustspalte, Eventrationen, Blasenextroversion, Spaltung der Harnröhre, des Scrotums, der Luftröhre (?).

Sympathie zwischen paarigen Theilen (wahrscheinlich in Folge des Zusammenhanges der Nerven dieser Theile im Centralorgane) ist nicht selten durch die symmetrische Bildung beider Körperhälften bedingt. So kommt nicht selten Entzündung beider Augen, Mandeln, Hoden und Leistendrüsen vor; nur selten beschränkt sich der graue Staar auf ein Auge, und meist zieht ein Leistenbruch auf der einen Seite einen auf der andern nach sich. — Häufig werden auch dieselben Theile beider Hälften abwechselnd ergriffen (Gelenkentzündungen). — Zuweilen werden aber gewisse Krankheiten durch die Mittellinie von der andern Körperhälfte abgehalten, wie der *Zoster*, die Migräne. — Es kommt auch vor, dass Organe, welche nur in einer Körperhälfte liegen sollen, ihre Lage ganz in der Mittellinie einnehmen (Leber, Herz); oder dass einzelne, ja alle Organe der einen Hälfte in der entgegengesetzten liegen *(situs mutatus)*. Das Letztere könnte (nach *Bischoff*) vielleicht durch eine Lagenveränderung der Allantois und Nabelblase zu Stande kommen. Es scheint nämlich, dass sich beim Embryo in früher Zeit die Nabelblase, nachdem der Darm sich entwickelt hat, nach links, die Allantois nach rechts wendet. Dadurch wird eine eigenthümliche spiralige Drehung des Embryo bewirkt, die vielleicht auf die Lage der innern Organe influirt.

Das Ueberwiegen (der häufigere und bequemere Gebrauch) der rechten Körperhälfte ist nach *Malgaigne* nicht blos Folge der Gewohnheit, sondern angeboren und zeigt sich theils durch den Instinct, dieselbe im Gebrauche der linken Seite vorzuziehen, theils durch die stärkere Entwickelung dieser Seite. (Also *ambidexter* zu sein, wäre dann kaum möglich.) Es bezieht sich nun aber diese stärkere Entwickelung nicht blos auf die Extremitäten, sondern auch auf den Kopf und Rumpf. Gewöhnlich ist die rechte Gesichtshälfte länger und stärker, wodurch sich das häufigere Abweichen der Nase nach rechts als nach links und die mehr oder weniger bedeutende Verengerung der linken Nase (und deshalb hier das häufigere Vorkommen der Thränenfistel) erklärt. Meist ist die Wirbelsäule (gewöhnlich am 4. und 5. Brustwirbel) etwas nach rechts gekrümmt und deshalb schon ist mehr Prädisposition zur Scoliose nach rechts als nach links vorhanden (von 100 Scoliosen kaum 1 nach links). Die linke Hälfte der Brusthöhle ist enger, besonders in ihrem obern Theile. — Krankheiten, welche in einer gehemmten Bildung bestehen, kommen nach *Malgaigne* häufiger auf der weniger kräftig sich entwickelnden linken Seite vor, und dies sowohl vor (Hasenscharte), als nach der Geburt (Coxalgie, Bubonen, Zona, Tuberkeln, Orchitis, Varicocele). Solche Krankheiten, welche durch äussere Ursachen und bei stärkern Muskelgebrauch auftreten, finden sich natürlich mehr auf der rechten Seite (Luxationen, Fracturen, Hernien). Nach *Kopp* besitzt die linke Seite überhaupt eine grössere Anlage zum Erkranken. — *Arnold's* Messungen an Kinderskeleten sprechen nun aber dafür, dass in der Regel die Ungleichheit in der Bildung der Glieder beider Hälften erst durch die Uebung und den vorwiegenden Gebrauch derselben auf der einen Seite entsteht, und dass, weil gewöhnlich ein grösserer Unterschied in dieser Hinsicht bei den obern als untern Extremitäten besteht, jene auch beständiger von einander abweichen. (Das linke *os femoris* ist meist um 1—4''' länger, weil die meisten Menschen mehr auf dem linken Beine stehen, und deshalb sind Varicositäten am linken Fusse häufiger.) Uebrigens ist nicht

zu verkennen, dass bisweilen die Unsymmetrie beider Seiten angeboren ist, doch dies ist eine Ausnahme. — Was die Gehirnhälften betrifft, so ist nach *Demme* bei ungleicher Grösse derselben in der Regel die linke die grössere (vielleicht weil sie bei der Kreuzung der Fasern für die rechte Körperhälfte bestimmt ist?).

b. **Obere und untere Symmetrie.** Die obere und untere Körperhälfte werden durch eine Querlinie geschieden, welche von der Magengrube aus, in der Richtung des Zwerchfells, rings um den Thorax geht. Von dieser Linie aus treten die Wollhaare divergirend nach oben und unten. In vielen Theilen beider Hälften lässt sich allerdings eine Analogie nachweisen, besonders zwischen den Extremitäten, weit weniger dagegen zwischen der obern und untern Hälfte des Rumpfes. *Weber* (in Bonn) vergleicht Kopf und Becken mit einander, lässt das grosse Becken dem Schädel, das kleine dem Gesichte entsprechen, und nimmt vom Kopfe wie vom Becken eine gewöhnliche, eine runde, conische, schiefe und fast viereckige Gestalt an. Er behauptet sogar, dass sich selbst Fehler des Beckens aus Rhachitis am Kopfe aussprechen. Nach der Theorie der Homologen gleichen: Zunge oder Nase dem Penis (Clitoris), der Mund dem After, der Athmungs- dem Harnapparate u. s. f. Eine Sympathie zwischen Kehlkopf und Genitalien (Pubertät, Castration, Syphilis) ist nicht wegzuleugnen. Beim Manne ist die obere, wegen der kräftigern Entwickelung der Lungen und des Gehirns, mehr der animalen und arteriellen Seite angehörende Hälfte stärker entwickelt, bei der Frau dagegen die untere, mehr vegetative, lymphatisch-venöse (in Folge grösserer Ausbildung der Unterleibsorgane).

Zwischen oberer und unterer Körperhälfte existirt nach *Malgaigne* eine Art von Gegensatz hinsichtlich der Kraft und Entwickelung; letztere soll nämlich deutlich eine geringere Lebenskraft zeigen und deshalb sollen hier leichter Fehler der Bildung (Atresieen, widernatürliche Spaltungen und Oeffnungen, Verwachsungen, Ueberzahl und Mangel an Theilen), sowie auch erworbene Krankheiten (Hernien, Verschwärungen und Gangrän, Varices, Aneurysmen, Gelenkaffectionen) vorkommen. — Bisweilen liegen Organe der untern Hälfte in der obern und umgekehrt, z. B. die Organe der Brust im Bauche, die des Bauches in der Brust *(situs mutatus)*.

c. **Eine Symmetrie zwischen der vordern und hintern Körperhälfte** ist nicht ganz zu leugnen, wie auch die Wollhaare bei der Frucht an den Seitenlinien des Rumpfes andeuten. Doch findet sich hier nur eine ganz entfernte Aehnlichkeit zwischen Theilen, wie zwischen Wirbelsäule und Brustbein mit der *linea alba*, zwischen Aorta und *art. mammaria*, u. s. w.

VI. Formverschiedenheiten des Körpers.

Obschon die äussere Form des menschlichen Körpers im Allgemeinen stets dieselbe ist, so zeigen sich an derselben doch auch beachtungswerthe Verschiedenheiten, welche durch Alter und Geschlecht, Raçe und Nation, Beschäftigung und Gewohnheiten, Constitution und Temperament, und selbst Krankheiten bedingt werden.

a. **Formverschiedenheit nach dem Alter.** Die allgemeinen Formen des Körpers wechseln von der ersten Kindheit bis in das späteste Alter nur sehr wenig. Beim Neugebornen und noch lange Zeit beim Kinde herrscht die Entwickelung der obern Körperhälfte vor; die Beine sind sehr kurz, der Rumpf lang, besonders der Thorax (weil die Organe in seinem Innern schon eine beträchtliche Grösse haben); der Bauch erscheint wegen der nach vorn stark gesenkten Symphyse (also auf Kosten der Schenkel) vergrössert; der Kopf und ganz vorzüglich der Schädel sind verhältnissmässig am grössten. Nach *Sömmerring* bildet der Kopf im 2. Monate des Embryolebens fast $1/2$, im reifen Kinde $1/4$, im 3. Jahre $1/5$ und beim Erwachsenen $1/8$ des übrigen Körpers. Hand und Fuss sind im Verhältnisse zum Arme und Beine um so grösser, je jünger der Embryo und das Kind. Bei der Geburt haben die obern und untern Extremitäten fast gleiche Länge, doch bei der etwas langsamern Entwickelung der letztern sind jene im 10. Jahre um 1″, im 20. um 2″ länger. Beim Greise ist der Schädel kleiner,

dünner und leichter als im Mannesalter, das Gesicht wird durch den Verlust der Zähne und das Abschleifen der Alveolarränder niedriger. — Die Länge des Körpers (s. vorher I.) nimmt bis zum 25., ja 30. Jahre zu und nach dem 50. nach und nach wieder ab. Diese Verkleinerung scheint verhältnissmässig beim Weibe bedeutender zu sein; übrigens geht sie nicht blos von einer Rückgrathskrümmung aus, sondern von einer Abnahme der Knochen, besonders der der Wirbelsäule und untern Extremitäten. Die Wirbelkörper werden niedriger, ebenso die Zwischenwirbelknorpel; der Hals des Oberschenkelbeines hat eine mehr horizontale Richtung (deshalb steht der grosse Trochanter mehr vor und ein Fall auf denselben bedingt leichter Schenkelhalsbruch), die Gelenkflächen am Knie- und Fussgelenke sind weniger gewölbt, Schenkel- und Schienbein mehr gekrümmt.

b. **Formverschiedenheit nach dem Geschlechte.** Das Geschlecht hat ebenso grossen Einfluss auf die Form, wie auf die Statur, den Umfang, das Gewicht und die Proportionen des Körpers (s. vorher bei I., II., III., IV.). Im Allgemeinen besteht der physische Geschlechtscharakter des Weibes: *a.* in einer geringern Grösse; *b.* in weniger scharfen, mehr gerundeten und angenehmern Umrissen der äussern Theile; *c.* in einer grössern Zartheit und Weichheit der festen Theile; *d.* in einer stärkern Entwickelung der niedern organischen Gewebe (Zellgewebe, Fett); *e.* in einer grössern Lockerheit des Körpers im Allgemeinen und *f.* in der eigenthümlichen Bildung der Geschlechtstheile. Aus dieser Geschlechtseigenthümlichkeit (weiblicher Habitus, weibliche Bildung) geht hervor, dass das Weib in physischer Beziehung dem Manne etwas nachsteht; alle Gewebe desselben befinden sich auf einer niedern Stufe der Ausbildung; es vermag deshalb das Weib nicht dieselben Kraftanstrengungen zu äussern wie der Mann, aber es zeigt, wie die niedern Thiere, eine grössere Ausdauer in den seinem Baue entsprechenden Anstrengungen (Schlaf weniger nöthig) und ersetzt die erlittenen Verluste leichter. (Deshalb erträgt es z. B. fremde Klimate im Allgemeinen besser, als der Mann, und artet darin nicht so leicht und so stark aus als dieser.) Uebrigens bedarf es zu seiner vollkommnen Entwickelung nicht so lange Zeit als der Mann, und durchläuft seine verschiedenen Lebensstufen rascher als dieser.

Die männliche Form charakterisirt sich durch eine gewisse Schroffheit, die weibliche durch Sanftheit; bei dieser ist wegen der grössern Fettablagerung unter der Haut die Körperoberfläche von wellenförmigen Linien begränzt, bei jener erscheinen alle Umrisse, wegen der hervortretenden kräftigen Muskeln und Sehnen schärfer, eckiger. Am bedeutendsten spricht sich aber die Geschlechtseigenthümlichkeit in der Bildung des Beckens, Thorax und Kopfes aus.

Der Kopf ist bei der Frau kleiner, runder, mit weniger Hervorragungen und einem stärkern Haarwuchse versehen; der Schädel ist etwas kleiner; das behaarte Gesicht des Mannes ist absolut und im Verhältnisse zum Schädel bei weitem grösser, auch sind die Gesichtsknochen stärker entwickelt, der Unterkiefer besonders breiter und höher, die Augen- und Nasenöffnung umfangreicher, die Nase vorspringender, breiter und länger, die Gesichtszüge deshalb markirter. Bei der Frau ist dagegen das Gesicht kürzer und runder, die einzelnen Theile desselben gehen leicht in einander über (daher der Ausdruck weniger bestimmt), die Stirn schmäler und niedriger, Nase und Mund kleiner, Kinn weniger spitz, rundlicher, die Schläfengegend mehr zusammengedrückt; überhaupt ist der Kopf des Weibes in der Vorder- und Hinterhauptsregion weniger entwickelt, als in der Mittelhauptsgegend (s. bei Kopf).

Am Rumpfe zeigt sich vor Allem beim Manne die Brust, beim Weibe der Hals und Bauch länger (wegen der höheren Wirbelkörper und dickeren Zwischenwirbelknorpel) und das Becken breiter. — Der Hals ist bei der Frau länger, runder und dünner, macht eine sanfte Biegung nach vorn, ist in seinen Uebergängen zum Kopfe und Thorax weniger abgeschnitten und

zeigt äusserlich die Umrisse der Halsmuskeln (besonders der Kopfnicker) und des Kehlkopfs nicht so wie der männliche Hals. — Der **Thorax** ist beim Manne entschieden länger und weiter und besonders die Schultern, wegen der längern und mehr gebogenen, dabei mehr schräg vom Brustbein zum Schulterblatt aufsteigenden Schlüsselbeine, breiter, und stärker nach vorn und höher nach oben vorstehend. Beim Weibe ist dagegen der Brustkasten schmäler, kürzer und enger, die Schultern sind schmäler und mehr herabgesenkt, die hintern Enden der Rippen stärker gebogen, die Brustwirbelsäule tiefer in die Brusthöhle hineinragend. Beim Manne liegt aber die Wirbelsäule wegen der schwächern hintern Rippenkrümmung mehr nach hinten und deshalb stehen die *processus spinosi* (besonders der untern Brust- und obern Lendenwirbel) stärker hervor, auch ragt der Umkreis des Thorax über dem Becken hervor, während er bei dem Weibe in einer Ebene mit demselben liegt. Am weiblichen Thorax bilden die beiden Brüste den Busen, an welchem, nach *Buffon*, wenn er seine gehörige Lage haben soll, der Raum von einer Brustwarze zur andern gerade so viel betragen muss, als der Raum von der Brustwarze bis zur Mitte der Halsgrube. — Der **Unterleib** ist bei der Frau länger, runder, cylindrisch, tritt stärker hervor (weil die höhern Lendenwirbel mehr in die Bauchhöhle vortreten), der Nabel ist etwas mehr vertieft und weiter von der Schambeingegend entfernt. Der männliche Unterleib hat dagegen eine birnförmige Gestalt, mit nach unten gerichteter Spitze. — Die **Beckengegend** (die Hüften) ist bei der Frau besonders breit, sowohl wegen des breitern Beckens, als auch wegen der stärkern Fettanhäufung. Da nun das Becken auch niedriger und stärker nach hinten gekrümmt, so müssen die Gesässmuskeln auf einen kleinern Raum beschränkt und das Gesäss gewölbter sein.

Extremitäten. An den **obern Extremitäten** des Weibes ist das Schlüsselbein kürzer und weniger gebogen, das Schulterblatt kleiner und mehr am Rumpfe anliegend; die Arme sind kürzer, runder, fetter; die Hand kleiner, weicher und fetter; die Finger feiner und spitziger. — Die **untern Extremitäten**, welche bei der Frau im Verhältniss zum Rumpfe kleiner sind als beim Manne, stehen oben wegen der grössern Beckenbreite mit den Trochanteren (die aber mehr vom Hüftbeine überdeckt werden) weiter von einander ab und sind zugleich etwas mehr nach hinten gerichtet. Deshalb convergiren dieselben stark in der Richtung nach den Knieen zu und tragen so wesentlich zur Vergrösserung des weiblichen Schoosses bei. Da hier nun die Oberschenkel kürzer sind, so drängen sich im obern Theile derselben die Muskeln mehr zusammen und machen sie fleischiger, dicker; gegen das runde und schwache Knie hin nimmt aber die Fleischfülle wieder merklich ab. Die Unterschenkel divergiren, der Convergenz der Oberschenkel entsprechend; die Wade ist runder, zierlicher und nach unten allmälig abfallend; die Knöchel treten weniger hervor, sowie auch der vordere Winkel des Schienbeins; der Fuss ist kleiner, schmäler, fleischiger und mehr in der Mitte ausgehöhlt, während beim Manne die Aushöhlung der Fusssohle an den beiden Seiten stärker ist. Sowie also beim Weibe die Arme nicht so zu Kraft erfordernden Arbeiten passen, wie beim Manne, so sind auch die Beine nicht so zum Laufen geeignet.

Die aus der besondern Beschaffenheit des Geschlechts hervorgehenden **Krankheiten** beziehen sich entweder **auf den allgemeinen Geschlechtscharakter** oder **auf die besondere Bildung und Function der Geschlechtstheile**. Die allgemeinen Krankheiten hängen beim Manne hauptsächlich ab: vom Ueberwiegen der festen Bestandtheile, vom Vorherrschen des Faserstoffs, Cruors, der Eisen- und Salztheile im Blute, der kräftigern Respiration und energischen Production, der kräftigern aber langsamern Sanguification und Circulation. Bei der Frau kommt hier in Betracht: die grössere Menge flüssiger Bestandtheile im Körper, das Vorherrschen von Wasser, Fett und Eiweiss im Blute, die luxuriöse Vegetation, schwächere Respiration, raschere Sanguification und Circulation (in dünnhäutigern Gefässen), das reizbarere Nervensystem. — Die besondere Bildung der Geschlechtstheile bedingt folgende Krankheiten: beim Manne angeborne und erworbene Leistenbrüche, Wasserbrüche, Leiden der Hoden, Prostata, Harnröhre, des Samenstranges u. s. w.; bei der Frau Schenkelbrüche, Vorfälle u. s. w.

Weiblicher Habitus bei Männern ist ein Zeichen unvollkommner Entwickelung des Geschlechtssystems. Solchen Männern fehlt oft: Fruchtbarkeit, selbst Bei-

schlafsfähigkeit, Muskel- und Thatkraft, Willensstärke; sie haben ein reizbares Nervensystem und Abneigung gegen das weibliche Geschlecht; in der Regel erreichen sie ein hohes Alter.

Männnlicher Habitus bei Weibern *(viragines)* findet sich bei unvollkommner Entwickelung des Geschlechtssystems (besonders der Ovarien), in der Involutionsperiode, bei Irren. Viragines sind entweder gar nicht oder nur unvollständig menstruirt, gewöhnlich unfruchtbar (oder schwer gebärend), zu Männerkrankheiten (besonders Gicht) geneigt; sie scheuen die Ehe und erreichen ein hohes Alter.

c. **Formverschiedenheit nach der Raçe und Nation.** Sie bezieht sich hauptsächlich auf die Bildung des Kopfes (und Beckens, nach *M. Weber*), sowie auf das Verhältniss des Schädels zum Gesicht und in diesem auf das Vor- oder Zurücktreten einzelner Gegenden, besonders der Stirn, des Hinterhaupts, der Wangen, Kiefer und Zähne. Die Grösse des Schädels steht aber mit der Entwickelung des Gehirns und diese mit der Ausbildungsfähigkeit der Geistes- oder Seelenthätigkeiten im engsten Zusammenhange. Je höher die geistige Ausbildung eines Menschenstammes, um so grösser ist der Schädel im Vergleich zum Gesicht, desto mehr tritt die Stirn vor und die Kiefer und Wangen zurück, desto grösser ist der Gesichtswinkel. Die Grösse des Kopfes im Verhältniss zu der des Körpers vermehrt sich im Durchschnitt bei allen Menschen von kleinem Wuchse (die man vorzüglich in den sehr heissen und sehr kalten Zonen findet, wie die Bewohner von Vandiemensland, Lappen, Eskimos, Buschmänner). Bei den Europäern ist der Körper gewöhnlich 6—7mal höher als der Kopf, bei den Kalmucken nur $5\frac{1}{2}$mal und bei den Eskimos, Samojeden 5mal. — Magere und schlanke Körper trifft man im Allgemeinen in heissen Himmelsstrichen, dicke und breite dagegen in kalten.

Proportionen der Körpertheile verschiedener Völker: einen langen, starken Stamm, grossen Kopf und kurze Glieder (wie die Kinder) haben kleine Völker (Hyperboräer); — lange Glieder, kleiner Kopf und Stamm bei den Papus; — langer Hals und lange schmale Lenden bei den Engländern; — kurzer Hals und breite Schultern bei den Indianern, Chinesen, Neuholländern, Kamtschadalen, Eskimos; — lange Beine bei den Indianern; — kurze Beine bei den Kalmucken und Mongolen; — lange Schenkel bei den Isländern; — magere untere Glieder bei den Neuholländern; — plumpe und dicke bei den Menschen in Calcutta und St. Thomas; — nach aussen gebogene Füsse und von einander abstehende Kniee bei den Negern; — kleine Hände und Füsse bei den Sandwichianern und Carolinen; — platte Füsse und affenähnliche lange Finger bei den Negern, Hottentotten, Brasilianern; — langer Vorderarm im Verhältniss zum Oberarm und Körper beim Neger.

Kopf. Auf seine Verschiedenheiten gründet sich hauptsächlich die *Blumenbach*'sche Eintheilung des Menschengeschlechts (s. vorher S. 97). — Das Profil des Kopfes ist mehr oder weniger conisch bei den Siamesen, geschoben 4eckig bei den Kalmucken, 3eckig bei den Hottentotten. — Die Stirn ist zusammengedrückt und niedrig bei den Omaguas und andern amerikanischen Völkern; sie tritt zurück bei den Negern, springt vor bei den Europäern, ist breit und platt bei den Mongolen und Kalmucken. — Die Wangen scheinen im Allgemeinen bei den Bergbewohnern mehr hervorzuspringen, als bei den Bewohnern der Ebenen; sie treten sehr stark hervor bei den Mongolen, Kalmucken und besonders Hottentotten. — Die Augen sind weiter von einander entfernt und enggeschlitzt bei den Mongolen, schiefstehend bei den Chinesen, Japanern und Siamesen, wie halbgeschlossen bei den Neuholländern. — Die Nase ist breit und aufgestutzt bei den Kalmucken, eingedrückt und platt bei den Negern, lang bei den meisten Europäern, kurz und breit bei den nördlichen Chinesen, abgeplattet bei den Caraiben, gebogen bei mehrern Orientalen. — Der Mund ist breit und sehr gespalten bei den Malayen, Kalmucken und vielen nördlichen Völkern, klein und schmal bei den südlichen Europäern, mit dicken, aufgedunsenen Lippen bei den Malayen, Negern, mit breiten Lippen bei den Chinesen, Mongolen, nördlichen Asiaten, mit schmalen Lippen bei den Europäern. — Die Beschaffenheit der Zähne ist hinsichtlich ihrer Stellung, Form und Farbe theils ursprünglich, theils durch die Nahrung bedingt. Sie stehen schief (schnauzenähnlich) bei den Negern, Malayen und

Indianern; sie sind spitz, lang, etwas von einander entfernt bei den Tartaren und Mongolen (welche viel Fleisch essen); breit und nahe an einander stehend bei den Negern und Kaffern (die meist Früchte und Kräuter geniessen); sie sind weiss bei kalter und vorzüglich vegetabilischer Nahrung, gelblich und schwarz bei heisser und Fleischnahrung. — Die Ohren stehen höher bei den Hindus und alten Aegyptiern, sind sehr gross bei den Siamesen und Biscaiern, lang gezogen bei vielen indianischen Völkern. — Die Kopfhaare sind gewöhnlich bei den Tropen-Bewohnern kurz und kraus, bei den Polar-Völkern gerade und lang; ihre Farbe ist im Allgemeinen schwarz in südlichen, braun in gemässigten, blond in nördlichen Gegenden.

Retzius fand bei den verschiedenen Menschenraçen 2 verschiedene Schädel- und 2 Gesichtsformen, und theilt nach diesen Bildungen die Menschenstämme ein. — Die brachycephalische Form ist kurz, rund oder viereckig; es findet sich kein bedeutender Unterschied zwischen der Länge und Breite des Kopfes; das Hinterhaupt ist kurz, meist platt oder plattgerundet; die *fossae cerebelli occipitis* liegen aufsteigend, so dass die *fossae* für die hintern Hirnlappen die für das kleine Gehirn kaum bedecken; die Scheitelhöcker sind meist stark entwickelt und die dahinter liegenden Theile der Scheitelbeine niederwärts abschiessend; der Hinterhauptshöcker fehlt oft. Die hintern Hirnlappen sind kürzer, aber breiter. — Die dolichocephalische Form ist lang, oval, mit bedeutendem Unterschiede zwischen Längen- und Breitendurchmesser des Kopfes, welcher von der grössern Entwickelung des Occiput (welches meistens lang und von den Seiten zusammengedrückt ist) abhängt; die *fossae cerebelli* liegen mehr horizontal, die Scheitelhöcker fehlen oft, die Scheitelbeine zeigen eine ebene Rundung, ihr hinterer Theil bildet eine nach hinten gestreckte Fläche nach dem sehr ausgeprägten und vorstehenden Hinterhauptshöcker zu. Die hintern Hirnlappen sind vorzugsweise nach hinten entwickelt. — Orthognathische Form: die Profillinie des Gesichts ist gerade, lothrecht, von der geraden Stellung der Kiefer und Zähne abhängig. Der Orthognathismus scheint Europa zum eigentlichen Stammsitze gewählt zu haben und bei den edelsten, cultivirtesten Stämmen vorzukommen. — Prognathische Form: schief vorspringende Alveolarfortsätze und Zähne (wie bei Thieren). Der Prognathismus findet sich bei wilden, rohen, heidnischen Völkern. — Eine jede der beiden Schädelformen kann mit einer der beiden Gesichtsformen sich vereinigen, so dass daraus 4 Grundformen des Kopfes hervorgehen.

In **Europa** findet sich nur die orthognathische Form und zwar eben so oft mit der brachy- als dolychocephalischen Schädelform verbunden. Dolichocephalisch-orthognathische Völker: Schweden, Norweger, Dänen, Holländer, Deutsche, Engländer (Celten), Franzosen, Irländer, Schotten, Belgier; wahrscheinlich auch: Spanier, Portugiesen, Italiener und Griechen. — Brachycephalisch-orthognathische V.: Türken, die frühern Avaren, Ungarns, Lappländer, Slaven, Tschuden, Basken.

In **Asien** finden sich alle 4 Formen und in gleicher Menge. Dolichocephalisch-orthognathische V.: Hindu, Georgier. — Brachycephalisch-orthognathische V.: Samojeden, Jacuten, Buräten, Afghanen, Avaren, Tschudep, Finnen, Türken und Perser. — Dolichocephalisch-prognathische V.: Chinesen, Japanesen. — Brachycephalisch-prognathische V.: Kalmücken, Malayen.

Auf den **Südsee-Inseln** kommen nur 3 Formen vor, von welchen die dolicho- und brachycephalisch-prognathische die herrschenden und gleichzählig, die brachycephalisch-orthognathische die seltenere ist. Brachycephalisch-orthognathische V.: Togalen? — Dolichocephalisch-prognathische V.: Australier, Amboinenser. — Brachycephalisch-prognatihsche V.: Malayen, Otaheiter, Papuas.

In **Afrika** ist die dolichocephalisch-prognathische Form (alle Negerstämme, Kaffern, Hottentotten, Kopten) die herrschende, die dolichocephalisch-orthognathische die geringere (Nubier, Abyssinier, Berber).

In **Amerika** hat die dolicho- und brachycephalisch-prognathische Form das Uebergewicht über die brachycephalisch-orthognatische. **Dolichocephalisch-prognathische V.**; *septentrional.:* Grönländer, Eskimos, Kaluschen, Tscherokesen, Chippeways, Irokesen, Huronen, Tschikkesah, Cayugas, Ollogamis, Pullovalameh, Lennilenape, Blackfort-Indianer; *meridional.:* Botokuden, Caraiben, Guaranis, Aymaras, Huanha, Südpatagonier. — **Brachycephalisch-prognathische V.**; *septentrional.:* Natches, Creaks, Semiolen, Puchäe, Klatstoni; *meridional.:* Charrhuas, Puelches, Araucaner, Neuperuaner. — **Brachycephalisch-orthognathische V.**: Azteken in Mexico? Chincas in Peru?

Becken. Nach *M. J. Weber* entsprechen sich in ihrer Form Kopf und Becken und man findet im Allgemeinen die ovale Beckenform beim Europäer, die runde beim Amerikaner, die vierseitige bei den Mongolen und die keilförmige bei den Aethiopiern. Doch kommen bei ein und derselben Raçe auch verschiedene Beckenformen vor. An den Becken von Negerinnen und Kafferinnen, und noch mehr an denen von Hottentottinnen, Buschmänninnen und Botocudinnen hat man öfters eine mehr thierische Form und zwar in der mehr verticalen Richtung der Darmbeine, in der Höhe derselben im Vergleich zur Breite, in der Nähe der vordern obern Stacheln, in der geringen Breite und in der Höhe des Kreuzbeins, in der länglichen Form des Beckens bemerkt. — Eine **Verlängerung** (bis zu 8″) **der innern Schamlefzen und der Vorhaut** in 2 Hautlappen (Schürze) findet sich bei den Buschmänninnen und Hottentottinnen. Vergrösserung der Vorhaut (und deshalb Beschneidung) kommt auch bei den Aegyptierinnen, Araberinnen und Negerinnen vor. — **Fettpolster am Hintern** haben die Hottentottinnen und Buschmänninnen; es bildet sich hauptsächlich nach der ersten Schwangerschaft, wonach auch die **Brüste** sehr gross und lang werden.

Die **nationalen** Unterschiede bei den Völkern der kaukasischen Menschenraçe hängen hauptsächlich von der Constitution und dem Temperamente ab. Das cholerische Temperament ist am ausgeprägtesten beim Spanier und Italiener, das melancholische beim Engländer, das sanguinische beim Franzosen, das phlegmatische beim Holländer.

d. **Formverschiedenheit nach der Constitution und dem Temperamente.** Das dauernde Vorwiegen dieses oder jenes festen oder flüssigen organischen Bestandtheils gibt dem Körper eine **eigenthümliche Beschaffenheit**, *constitutio* (d. i. also der Inbegriff von Eigenschaften, welche dem Körper vermöge des habituellen Verhaltens der ihn constituirenden Theile perennirend zukommen), welche sich auch schon im Aeussern (**Habitus**) erkennen lässt. Vorzüglich bedingt nun aber ein solches Ueberwiegen (besonders der wichtigern Vegetationsorgane und der verschiedenen Blutbeschaffenheit) eine Verschiedenheit in der Thätigkeit der centripetalen, centralen und centrifugalen Action des Nervensystems, und zwar hauptsächlich des psychischen. Hieraus ergeben sich dann die mit der Constitution nahe verwandten **Temperamente**. Bei absoluter Gesundheit, wo sich Materie und Kraft in vollkommenem Gleichgewichte befinden müssten, würde von der Existenz einer Constitution und eines Temperaments nicht die Rede sein können. — [Wir nehmen mit den Alten die bekannten 4 Temperamente an und handeln später in der Neurologie noch ausführlicher über Temperament.]

1) Das **cholerische**, warmblütige, feurige, raschthätige **Temperament** (des Zorns und der Assimilation der Leidenschaften, der Arbeit und des Fleisses), mit leichter Erregbarkeit und intensiver, langdauernder Reaction (mit gleich kräftiger centripetaler und centrifugaler Nervenaction), fällt in der Regel mit der **robusten, straffen, arteriellen Constitution** (mit fester Faser) zusammen. Hier findet sich eine energische Blutbildung und Blutmauserung, viel Blut, kräftige Action der Respirations-, Circulations- und Digestionsorgane, besonders der Leber und Pfortader, bedeutende Widerstandsfähigkeit, erhöhte Reproduction bei vermehrter Consumtion, grosse körperliche und geistige Kraft. — Der **Bau des Körpers** ist hier kräftig,

doch mehr mager und behend, als plump; die Theile haben eine bedeutende Festigkeit, das Muskelsystem ist stark entwickelt; der Kopf mit breiter Stirn, spitzer, meist gebogener Nase, nicht grossem Munde, hervorragendem Kinn, dunkeln feurigen Augen, dichten, lockigen Haaren; Hals kurz, Nacken kräftig, Schultern schmal, Brust breit, Hautfarbe gelblich-bräunlich. Der Puls ist voll, der Athem kräftig, die Stimme stark, sonor, die Sprache rasch. — Das cholerische Temperament kommt am ausgeprägtesten im mittlern Lebensalter und beim männlichen Geschlechte, in südlichen Himmelsstrichen, nationell bei Spaniern, Italienern und Korsen vor.

2) Das melancholische, schwerblütige, in sich thätige, beharrliche Temperament (des Kopfes und Selbstgefühls), mit schwerer Erregbarkeit, aber starker und anhaltender Reaction, gestörter Blutbildung und Blutmauserung. Das Blut verjüngt sich hier unvollkommen und wird nach und nach dem Pfortaderblute ähnlich (melanotisch). Das Gehirn und Rückenmark sind stark, dagegen die Brust- und Baucheingeweide weniger entwickelt. Es entspricht dieses Temperament der venösen, torpiden Constitution (mit spröder Faser). — Körperbau: der Melancholiker ist meist lang und hager, mit schwachen Muskeln, hohem Kopf und Hals, grossen, glanzlosen, matten, grünlichen Augen, überhaupt stark entwickelten Sinnesorganen, schlichten, schwarzen Haaren, weichen Gesichtszügen; die Wirbelsäule ist lang, die Schultern schmal, die Brust platt, die Haut blass und graulich. Die Circulation und das Athmen sind langsam, die Stimme klanglos, die Bewegungen langsam, aber nicht träge. — Es findet sich dieses Temperament am häufigsten in der 2. Hälfte des mittlern Lebensalters, nationell bei den Engländern und Orientalen, Arabern, Indiern.

3) Das sanguinische, leichtblütige, flüchtige Temperament (der Bewegungen und Phantasieen, des irritablen Lebens und Gemüths), mit leichter Erregbarkeit und flüchtiger Reaction, überwiegender Blutmauserung (deshalb ist das Blut immer jung und zu arteriell reizend). Es verbindet sich mit der floriden, erethisch-sanguinischen (nervös-arteriellen) Constitution (mit weicher Faser). — Körperbau: Körper schlank, Haut blühend, zart, weich und weiss, die Muskeln kräftig, aber mager, die Knochen dünn, das Auge blau oder braun, die Nase klein, das Kinn rund, der Hals lang, die Brust schmal und lang; die Bewegungen rasch und unstet, die Stimme mehr weiblich, die Sprache schnell. — Dieses Temperament findet sich vorzugsweise im Kindes- und Jünglingsalter, in gemässigten Himmelsstrichen, nationell bei den Franzosen und Polen.

4) Das phlegmatische, kaltblütige, träge Temperament (des bildenden Lebens und Instincts), mit schwerer Erregbarkeit und geringer, vorübergehender Reaction, Ueberwiegen des vegetativen über das animale Leben, und des peripherischen über das centrale Gefässsystem; deshalb vorwaltende Secretion, Ueberfluss an Fett und Zellgewebe; das Blut ist reizlos, wässerig, albuminös, fett. In der Regel ist bei diesem Temperamente, welches sich durch Trägheit aller Functionen auszeichnet, die leukophlegmatische, lymphatische Constitution (mit laxer Faser) vorhanden. — Körperbau: Körper schwammig, wohlbeleibt, die Haut weich, kühl, blass, gedunsen, das Haar fahl, das Auge mattblau, grau, ruhig, die Stirn klein, die Wangen schlaff, die Ohren gross, der Hals kurz, rund und fett; Athem und Puls ist langsam, Gang und Sprache träge. — Dieses Temperament kommt besonders vor im Greisenalter, beim weiblichen Geschlechte, in kalten, feuchten und sonnenarmen Gegenden, nationell bei den Holländern.

Hiernach würden sich die Temperamente und Constitutionen folgendermaassen bilden: 1) bei abnorm überwiegender Assimilation (Leberthätigkeit) das cholerische Temperament und die robuste, straffe Constitution; — 2) bei geringer Leberthätigheit und krankem Uebergewicht der Sensibilität das melancholische Temperament und die venöse Constitution; — 3) bei abnorm überwiegender Irritabilität des Blutes das sanguinische Temperament und die floride oder erethisch-sanguinische

Constitution; — 4) bei abnormem Bildungsprocesse das phlegmatische Temperament und die lymphatische oder leukophlegmatische Constitution. — Diese Temperamente (und Constitutionen) kommen nicht immer deutlich ausgebildet vor; es gibt Menschen, in deren physischen und psychischen Lebensäusserungen man weder das eine noch das andere klar erkennen kann, oder es finden sich Zwischenstufen von einem Temperamente zum andern. Ebenso sieht man oft zwei verschiedene, aber nie entgegengesetzte Constitutionen mit einander vereinigt.

c. **Formverschiedenheit nach Beschäftigung und Gewohnheit.** Die Beschäftigungen und Gewohnheiten üben auf den Körper keinen geringen Einfluss aus und vermögen seine Form bisweilen sehr zu verändern, theils indem ein angebornes Vorwiegen einzelner Theile ausgeglichen, oder ein einzelnes Organ durch einseitige Uebung stärker entwickelt wird, während andere durch Nichtgebrauch schwinden, theils durch Erzeugung von Krankheiten (besonders Brust- und Gelenkkrankheiten), welche Veränderung in der Körperform nach sich ziehen. Es ist zu berücksichtigen: ob das Geschäft körperliche oder geistige Anstrengung verlangte; die Körperstellung dabei; der Ort, wo das Geschäft betrieben wird; die Stoffe, mit denen umgegangen wird. — So haben Tänzer meist magere Arme und dagegen starke Waden und Schenkel; Bäcker sogenannte Bäcker- oder *x*Beine (*genu valgum*); Schuhmacher u. A. in Folge des Anstemmens des Leistens und des gebückten Sitzens Vertiefungen der untern Thoraxgegend, eingedrücktes Brustbein, Einwärtskrümmung des Schwertfortsatzes; Schneider Krümmungen des Unterschenkels; bei stehenden Handwerken finden sich dicke Beine (mit Geschwüren, Blutaderknoten u. s. w.).

NB. Durch Krankheiten wird die Form des Körpers nicht selten auffallend verändert; vorzüglich geschieht dies durch Krankheiten der Wirbelsäule, des Beckens, der untern Extremitäten, überhaupt der Gelenke, und besonders auch durch manche Lungenkrankheiten, sowie durch solche Uebel, welche eine abnorme Zu- oder Abnahme des Körperumfanges (s. S. 104) mit sich führen.

Zusammensetzung des menschlichen Körpers.

Die verschiedenen Theile, aus welchen der menschliche Körper zusammengesetzt ist, unterscheiden sich in Hinsicht auf Form und Mischung von einander; die Form bietet sowohl die innere (Textur, Gewebe), als äussere Zusammensetzung (Structur) dar. Beide Arten der Bestandtheile, sowohl die Form- als Mischungsbestandtheile lassen sich in nähere oder nächste (zusammengesetztere) und in entferntere (einfache) zerlegen. Die Zerlegung der Mischungsbestandtheile geschieht auf chemischem Wege (durch die Anthropochemie), die der Formbestandtheile auf mechanischem Wege (durch die Anatomie).

I. Mischungsbestandtheile.

Bei Zerlegung der Mischungsbestandtheile stösst man zunächst auf die nähern, welche sich theils, aber seltener, in binären (unorga-

nischen), theils und zwar häufiger in ternären und quaternären (organischen, nur unter dem Einflusse der Lebenskraft sich erzeugenden) Verbindungen der entfernten Bestandtheile vorfinden. Die entfernten Mischungsbestandtheile (Elementar- oder Grundstoffe) nun sind sämmtlich solche, die auch in der unorganischen Natur vorkommen; sie treten aber im Körper nie im freien reinen Zustande, sondern stets in den mannichfaltigsten, die nähern Bestandtheile constituirenden Verbindungen, auf. — Früher glaubte man, dass der organische Körper alle seine Mischungsbestandtheile selbst zu bilden im Stande sei (ja selbst Elemente, wie Eisen, Phosphor u. s. w.), indem sich dieselben aus dem höchst indifferenten Urstoffe so erzeugen sollten, dass das Spätere aus dem Früheren entstände und nicht von aussen hinzuträte. Allein nach neuern Untersuchungen werden alle Stoffe von aussen zugeführt, ja die nähern Bestandtheile schon fertig gebildet, und alle Substanzen, die in den thierischen Säften auflöslich sind, müssen ihren Weg durch den Körper machen. Dass alle diese im Körper vorgefundenen Stoffe demselben wesentlich angehören und mit den Geweben desselben verbunden bleiben, ist also nicht wahrscheinlich; jedenfalls werden viele nur zufällig durch die Nahrungsmittel eingeführt und alsbald durch eine Anziehung einzelner Secretionsorgane wieder ausgeführt.

A. Elementar- oder Grundstoffe.

Unter den Grundstoffen machen Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff die Haupt-Constituentia des Körpers aus und von dem verschiedenen Verhältnisse der Mischungsgewichte dieser Elemente scheinen die Hauptverschiedenheiten in der Zusammensetzung der organischen Materie abzuhängen. Die übrigen Elemente sind dem Körper theils durch ihre physischen oder chemischen Eigenschaften von Vortheil, theils sind sie nur zufällig dem Organismus zugeführt worden, äussern auf denselben keinen besondern Einfluss und werden bald wieder weggeschafft.

a. Gasförmige Grundstoffe:

1) **Sauerstoff**; er ist zum Leben durchaus erforderlich (deshalb auch Lebensluft, *nutrimentum vitae*, genannt), und wird an die Atmosphäre, der er beständig durch das Athmen thierischer Organismen entzogen wird, von den grünen Theilen der Pflanzen, welche besonders bei Sonnenlicht Sauerstoff aushauchen, abgegeben (s. S. 66). Die eigentlichen Qellen des Sauerstoffs sind daher (nach *Liebig*) die pflanzenreichen Tropen, der Aequator, die heissen Klimate, und der Luftstrom, veranlasst durch die Umdrehung der Erde, bringt denselben den sonst zu kohlensäurereichen gemässigten und kalten Zonen zu; darum verbessert auch die Cultur den Gesundheitszustand einer Gegend. — Sauerstoff ist zwar in den festen und flüssigen Theilen des menschlichen Körpers, und zwar frei im Blute, zu finden, allein die ganze chemische Constitution aller materiellen Substrate des thierischen Organismus beweist doch, dass der immerfort durch die Lungen in das Blut eingeführte Sauerstoff kein eigentliches Nutriment des Körpers ist. Denn er bildet mit keiner Substanz eine wesentliche Grundlage des Thierorganismus (ja es ist nach *Lehmann* nicht einmal wahrscheinlich, dass er etwas zur Bildung der Milchsäure beiträgt), und überall zeigen sich in den Substraten desselben sauerstoffarme Substan-

zen; dies sind aber sowohl Stoffe, die wir entweder als solche oder nur wenig metamorphosirt bereits als Producte der Pflanzenvegetation kennen und als Nahrungsmittel verwenden, als auch Stoffe, welche die mannichfaltigsten Veränderungen ohne innere Umwandlung erleiden, durch Hinzutreten eines einzigen Atoms Sauerstoff aber schnell in zahlreiche Zersetzungsproducte verwandelt werden können. Der Hauptzweck des eingeathmeten Sauerstoffs ist daher wohl mehr der, bei verschiedenen Vorgängen im Organismus durch Trennung von Stoffen und Verbindung mit andern eine bedeutende Rolle zu spielen, und zwar hauptsächlich um die den Zwecken des Körpers nicht mehr förderlichen Stoffe zur Ausscheidung tauglich zu machen; denn alle Substanzen zerfallen, durch den freien Sauerstoff des Blutes erschüttert, allmälig in Harnstoff, Harnsäure, Gallenfarbstoff, Bilin, Extractivstoffe, Milchsäure und Kohlensäure. Ohne Sauerstoff, oder bei zu geringer Zufuhr desselben, würden demnach die untauglich gewordenen Stoffe des Thierkörpers im Blute verharren und hier auf nicht normale Weise verwesen; sie würden in Fäulniss übergehen. Ohne Zweifel wird in den Capillargefässen der bei der Gerinnung des Faserstoffs frei werdende Wasserstoff (s. Faserstoff) durch den Sauerstoff des Blutes in Wasser verwandelt, und vielleicht auch die als Kohlenoxydgas in das Blut tretenden unbrauchbaren Excretionsstoffe der Organe in Kohlensäure (weshalb das venöse Blut ärmer an Sauerstoff und reicher an Wasser und Kohlensäure als das arterielle ist).

Ein gesunder Mann von gewöhnlicher Grösse consumirt bei ruhigem Einathmen, welches in der Minute etwa 20 Mal geschieht, jedesmal ungefähr 14,8 W. C. Z. Luft und athmet dieselbe Quantität wieder aus, die nun aber 0,035—0,095 weniger Sauerstoff und dafür ein gleiches Volumen Kohlensäure enthält. Demnach würden in 24 Stunden 33,550 W. C. Z. (=12,787 gr., =1 *℔.* 21¼ *Lth.*) Sauerstoff verbraucht. — Dieser in so grosser Menge in den Lungen aufgenommene Sauerstoff tritt nun aber selbst schon im arteriellen Blute, wie *Magnus* gezeigt hat, sehr gegen die Quantität der Zersetzungsproducte und namentlich gegen die der Kohlensäure zurück, und er muss daher im Allgemeinen ziemlich schnell in Gemeinschaft mit dem Alkali des Blutes auf die Zersetzung der organischen Stoffe hinwirken, deren Zusammensetzung und Zusammenfügung durch das Untauglichwerden selbst schon wankend geworden oder theilweise zerfallen ist.

2) **Wasserstoff**; findet sich nie frei im Körper vor, sondern meist mit Sauerstoff zu Wasser verbunden, doch auch in vielen andern Verbindungen, besonders mit Chlor (im Magen- und Darmsafte), Schwefel (im Nervenmarke, Darmgase), Kohlenstoffe (im Fette) und zuweilen Phosphor. Er scheint im Allgemeinen angehäufter in den flüssigen, weisseren Theilen, als in den festen, gefärbten; vorzüglich findet er sich im Serum, Eiweissstoff, venösem Blute, in der Galle und im Fette. Er gelangt hauptsächlich durch die Speisen und Getränke in den Körper und wird besonders durch den Schweiss, Urin, die ausgeathmete Luft und Galle wieder ausgeschieden. Nach *Fellenberg* und *Valentin* wird bei der Consolidation des Faserstoffs (s. diesen) Wasserstoff frei und dieser verbindet sich mit dem Sauerstoff des Blutes zu Wasser.

3) **Stickstoff**; ist ein vorherrschend thierischer Bestandtheil und hilft die meisten animalischen Stoffe zusammensetzen, so dass man ihn früher für dem Thierorganismus ausschliesslich eigen hielt; er findet sich jedoch auch in manchen Pflanzen (Schwämmen) und fehlt dagegen in einigen thierischen Stoffen (Fett, Milchzucker und Milchsäure). In grösster Menge kommt er im Faserstoffe, daher im Fleische, im Harnstoffe und in der Harnsäure vor, auch fand man ihn frei im Blute (*Magnus*, *Hoffmann* und *Stevens*). Wir nehmen ihn durch die Nahrungsmittel (thierische) in uns auf und entfernen ihn vorzüglich durch die Nieren.

Ob Stickstoff aus der Luft aufgenommen werde, war lange Zeit zweifelhaft; *Boussingault* ist es aber gelungen, zu beweisen, dass kein Stickstoff aus der Atmosphäre durch den thierischen Organismus assimilirt wird; ja nach *Dulong* wird sogar durch die Respiration mehr Stickstoff aus- als eingeathmet. Auch lässt sich aus den Versuchen, wornach Thiere bei völlig stickstofffreier Nahrung nach kurzer Zeit sterben, schliessen, dass die Organe des thierischen Körpers nicht das Vermögen besitzen, aus der Luft Stickstoff als Bestandtheil, sondern darauf angewiesen sind, bereits gebundenen mit den Nahrungsmitteln in sich aufzunehmen.

4) **Kohlenstoff**; ist ein nie fehlendes Element der wesentlichen organischen Bestandtheile des Körpers (der Proteinstoffe und Fette); er kommt wie die vorigen Elemente nicht isolirt vor, doch kann er zuweilen freier aus dem organischen Zusammenhange treten, z. B. im Augenschwarz, was sich der Kohle nähert, und in den Bronchialdrüsen. Die Ausscheidung dieses Stoffes, den wir mit den Nahrungsmitteln in uns aufnehmen, geschieht vorzüglich durch die Lungen als Kohlensäure, worin sich, wenn ein gesunder erwachsener Mann in 24 Stunden 33,550 W. C. Z. (=gr. 17,675=2 ℔ 9 *Lth.* 155 gr.) davon ausathmet, 4,888 W. Gran Kohlenstoff finden. Auch durch die Leber und Haut wird ein Theil desselben ausgeschieden. — Der Kohlenstoff ist ganz besonders der Farbstoff der organischen Natur und alle Pigmente, selbst das Blutroth, sind carbonreiche Materien. — Er wird bei den meisten Lebensprocessen erzeugt, gibt dem Blute, welches zur Ernährung gedient hatte, seine dunkle Farbe, und findet sich vorzüglich im Oel und Fette, in der Haut- und Lungenausdünstung, Gallerte, im Schleime, venösen Blute, in der Galle und dem Pigmente.

5) **Chlor**; kommt nie so wie Schwefel und Phosphor als elementarer Stoff im Körper vor, sondern stets schon chemisch mit einem andern Elemente verbunden; es ist stets in Verbindung mit Hydrogen zur *Salzsäure* und als solche mit Alkalien (grösstentheils mit Natron) verbunden vorhanden; freie Salzsäure findet sich im Magensafte und Safte des Blinddarms.

b. Feste, nicht metallische Grundstoffe. Es sind ausser Fluor, noch Schwefel und Phosphor, deren Quantität aber im Verhältnisse zur Atomenzahl der übrigen Elemente so gering ist, dass *Berzelius* annehmen zu müssen glaubte, diese Stoffe befänden sich in einem noch ganz unbekannten Verbindungsverhältnisse vor, um so mehr, als Eiweiss und Faserstoff, nach Ausziehung des Schwefels durch Alkali, sich in ihren Eigenschaften ganz unverändert erweisen. Es ist deshalb auch unwahrscheinlich, dass Schwefel und Phosphor Bestandtheile organischer Radicale seien.

6) **Schwefel**; kommt besonders im Gehirn, Eiweiss, Faserstoff, Käsestoff, und in den Haaren, Nägeln und der Oberhaut vor, und bildet als *Schwefelsäure* vorzüglich mit Kali, Natron und Kalk mehrere schwefelsaure Salze. — Von Einigen wird er nicht als Bestandtheil dieser Substanzen, sondern nur als ein Erzeugniss derselben angesehen, oder soll sich in der Anlage als ein Schwefelstoff vorfinden, nicht schon als Schwefel präexistiren. Als Schwefelwasserstoffgas findet er sich im Darmkanale. — Der Schwefel wird eben so wenig als ein anderer Elementarstoff für sich allein vom Körper aufgenommen, sondern gewöhnlich in Verbindung mit Pflanzen- und Thier-Albumin und Fibrin, selten in Form von schwefelsauren Salzen (die auch mit den Excrementen wieder abzugehen scheinen). Welchen Nutzen der elementare Schwefel (Sulfamid) in seiner Verbindung mit den Proteinstoffen hat, ist völlig unbekannt.

7) **Phosphor**; findet sich hauptsächlich im Gehirn, welches 1,15 p. C. enthält, sowie auch die ganze Nervenmasse etwas phosphorhaltig ist. Als *Phosphorsäure* mit Kalk ist sein Hauptsitz in den Knochen. Der Phosphor des Gehirns scheint ganz, oder doch grösstentheils dem Gehirnfett anzugehören und findet sich wahrscheinlich wie der Schwefel auch nur als Phosphorstoff vor. Auch im Eiweiss und Faserstoffe hat man Phosphor (Phosphamid) gefunden; und durch diese Stoffe wird er in den Körper eingeführt. Sein Nutzen ist noch unbekannt.

8) **Fluor**, Radical der *Flusssäure;* ist als solche mit Kalk verbunden in den Knochen, besonders im Schmelz der Zähne, im Harn.

c. Metallische Grundstoffe. Ueber die Art, wie sich diese Stoffe in der organischen Materie vorfinden, herrschen noch immer ver-

schiedene Ansichten; nach Einigen befinden sie sich nicht im oxydirten, sondern im elementaren Zustande, nach Andern kommen sie dagegen in den gewöhnlichen unorganischen Verbindungen, als kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure, salzsaure Salze u. dgl. den nähern Bestandtheilen beigemischt oder im oxydirten Zustande mit denselben verbunden vor. Die meisten konnten bis jetzt nicht auf dem gewöhnlichen chemischen Wege dargestellt werden, sondern nur bei der Fäulniss oder nach der Einäscherung, also nach dem Zerfallen der organischen Bestandtheile in die einfachen Elemente.

a. Metalloide.

9) **Calcium**, das Radical der *Kalkerde;* kommt nur als Oxyd (Kalkerde), vorzüglich in Verbindung mit Phosphorsäure, in der thierischen Materie (als Knochensubstanz), aber sehr häufig vor.

10) **Magnesium**, Radical der *Talk-* oder *Bittererde;* ist als solche mit Phosphorsäure, Kohlensäure und Milchsäure verbunden und kommt in den Knochen, Zähnen, im Harn, Magensafte, Speichel und in der Milch, doch stets nur in geringer Menge vor.

11) **Silicium**, Radical der *Kieselerde;* zeigt sich als solche in den Haaren, dem Blute, Harn und in einigen andern thierischen Flüssigkeiten.

12) **Natrium**, als *Natron;* an Säuren gebunden und mit Eiweiss vergesellschaftet, findet sich fast in allen festen und flüssigen Theilen.

13) **Kalium**; findet sich als *Kali* wie das Natron in den meisten Theilen des Körpers vor.

b. Erzmetalle.

14) **Mangan**; kommt nur in höchst unbedeutender Quantität in den Haaren, der Oberhaut und im Magensafte vor, und scheint, wie in der unorganischen Natur, so auch in der organischen, stets das Eisen zu begleiten, dessen Stelle es wahrscheinlich auch ersetzen kann.

15) **Eisen**; findet sich in nicht unbedeutender Menge, vorzüglich im Blutpigmente und überhaupt in allen färbenden Substanzen, in der Lymphe, Milch, dem Chylus und der Galle, in den Haaren, Knorpeln, Zähnen und in der Linse. — Es ist durchaus noch unentschieden, ob es sich im oxydirten Zustande vorfindet oder wie der Phosphor und Schwefel im Eiweiss elementar mit den organischen Radicalen verbunden. Es ist möglich, dass es sich als Metall, Oxydul und Oxyd vorfindet. Am besten ist es, man trägt hier *Liebig's* Ansicht der Zusammensetzung organischsaurer Salze auf die Verbindungen organischer Materien mit Eisen über. Nach dieser sind nämlich die organischen Säuren Wasserstoffsäuren und bilden bei ihrer Vereinigung mit basischen Oxyden Wasser und Verbindungen von organischem Radical mit Metall. Das Eisen wird durch das Wasser und die Nahrungsmittel in den Körper eingeführt und zum Theil durch die Nieren und Haut wieder ausgeschieden. Es findet sich auch im Blute und Harne Bleichsüchtiger.

Die grosse Bedeutung des Eisens für den thierischen Organismus ist schon aus seinem Vorkommen als integrirender Bestandtheil gewisser thierischer Substanzen und Flüssigkeiten, besonders des Blutes, ersichtlich; ganz vorzüglich lässt sich aber seine Wichtigkeit daraus abnehmen, dass es constant in der Milch, einem durchaus vollkommenen Nahrungssafte, in dem man nicht leicht einen zufälligen, nie einen überflüssigen Stoff findet, vorkommt. *Hünefeld* nennt das Eisen den organischen Sauerstoffsauger, dessen Fähigkeit Sauerstoff zu absorbiren, durch seine Verbindung mit Natron noch intensiver und haltbarer wird.

Zweifelhaft ist das Vorkommen von: 16) **Aluminium**, welches *Morichini* im Schmelz der Zähne, *Fourcroy* und *Vauquelin* in den Knochen und *Jahn* in den weissen Haaren gefunden haben. Das Fehlen der Thonerde im thierischen Organismus und selbst im Harn mag wohl daher rühren, dass

sie sich sehr leicht mit organischen Substanzen und besonders mit den Bestandtheilen der Galle zu unlöslichen, nicht resorbirbaren Verbindungen vereinigt. — 17) **Titan**, welches *Rees* in den Salzen fand, die aus den Nebennieren gezogen wurden; — 18) **Arsen**, welches in neuerer Zeit von *Orfila* und *Raspail* durch den *Marsh*'schen Apparat als integrirender Bestandtheil der Knochen und Muskeln nachgewiesen worden ist und durch die phosphorhaltigen Nahrungsmittel, die stets etwas davon enthalten, in den Körper kommen soll. *Flandin* und *Danger* weisen dagegen nach, dass Flecken, welche denen von Arsenik ähnlich sind, durch eine Verbindung von schwefelsaurem und phosphorsaurem Ammoniak mit einer thierischen Substanz entstehen. — 19) **Kupfer**, sowie ein geringer Antheil von **Blei**, ist von *Devergie*, *Lefortier* und *Orfila* auch im gesunden Körper als normaler Bestandtheil aller Weichtheile, sowie des Blutes gefunden worden. Jedenfalls sind diese Metalle als nur zufällig von aussen zugeführte, und nicht als wesentliche Bestandtheile des Thierorganismus anzusehen.

B. Verbindungen der Grundstoffe.

Die aufgezählten Elementarstoffe gehen nun unter einander theils binäre (unorganische), theils ternäre und quaternäre (organische) Verbindungen ein.

a. Binäre, unorganische Verbindungen. Sie gehören dem Organismus nicht ausschliesslich an, sondern kommen auch in der unorganischen Natur vor. Die Mehrzahl der hierher gehörigen, binär gemischten Salze finden sich aufgelöst in den verschiedenen Säften vor, doch auch als Niederschläge (besonders die Kalksalze) theils und am häufigsten in Gestalt sehr kleiner Körnchen (z. B. in den Kanälchen der Knochen und Zähne), theils auch in ausgebildeten Krystallformen (z. B. im Ohrlabyrinthe und in der Zirbeldrüse). In ihrer Auflösung werden sie mittels der chemischen Reagentien nachgewiesen, aber auch schon beim Verdunsten der Flüssigkeit in Gestalt mikroskopischer Krystalle gefällt. — *Lehmann* ordnet diese binären Verbindungen nach ihrem Zwecke in folgende 3 Klassen: I. Solche, die nur durch ihre physikalischen Eigenschaften nützen, wie: Wasser, phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk, phosphorsaure Talkerde und Fluorcalcium. — II. Solche, deren chemische Eigenschaften ihre Wirksamkeit bedingen und sie befähigen, bestimmten Zwecken der thierischen Oekonomie zu dienen, wie: Chlorwasserstoffsäure, Fluorwasserstoffsäure, Chlornatrium, kohlensaures und phosphorsaures Natron, Chlorcalcium, Chloreisen (Eisen). — III. Solche, die nur zufällig dem Organismus zugeführt worden sind, auf denselben keinen erheblichen Einfluss äussern und bald als fremdartig wieder aus dem Körper durch die Excretionsorgane entfernt werden, wie: Chlorkalium, schwefelsaure Alkalien, kohlensaure Talkerde, (Mangan), Kieselsäure, Thonerde (Arsenik, Kupfer) und Ammoniaksalze.

1) **Wasser.** Dieser zum Leben unentbehrliche Körper findet sich in allen festen und flüssigen Theilen des Körpers, theils frei als Lösungsmittel fester Stoffe, theils an feste Substanzen gebunden, und durchdringt die meisten derselben so, dass sie in einer Art Aufweichung erhalten werden; es findet sich selbst in den Knochen, Zähnen und hornigen Theilen (s. später

bei Formbestandtheilen: thierisches Wasser). Es bezweckt hauptsächlich die Erhaltung der physischen Eigenschaften des Thierkörpers, dient den festen Stoffen als Lösungsmittel und den unlöslichen als Transportmittel, erhält dem Körper die Fülle und befördert die Zersetzbarkeit der Theile, sowie den leichtern und schnellern Stoffwechsel; es vermittelt alle chemischen Vorgänge im Körper. — Als Nahrungsmittel kann das Wasser für den thierischen Körper nicht angesehen werden, denn nirgends hat man ja eine Zersetzung des Wassers, ein Freiwerden von Wasser- oder Sauerstoff wie im Pflanzenreiche beobachtet. Vielmehr scheint der thierische Körper Wasser zu bilden, da er stets mehr ausscheidet, als er aufnimmt. Dieser Wasserbildungsprocess geht nach *Valentin* und *Fellenberg* zum Theil bei der Consolidation des Faserstoffs vor sich (s. bei Faserstoff).

2) **Kohlensäure**, ist bald das Product der Umsetzung der Gebilde, wobei der Kohlenstoff des zersetzten Gebildes Sauerstoff aufnahm (bei der Stoffmetamorphose); bald ist sie durch stärkere Säuren aus den vorhandenen kohlensauren Alkalien ausgetrieben worden; endlich gehen auch die pflanzensauren Alkalien, die wir geniessen, bei ihrem Durchgange durch den Körper in kohlensaure Alkalien über *(Wöhler)*. Die Kohlensäure findet sich frei und aufgelöst im Blute (zugleich mit Sauerstoff und Stickstoff), in der Lungen- und Hautausdünstung, im Darmkanale, Urin, (gebunden kommt sie hauptsächlich in der Verbindung mit Kalkerde vor).

3) **Chlorwasserstoffsäure** (Salzsäure), hat man *(Prout)* frei nur im Magensafte und Blinddarmsafte entdeckt; sie ist bei der Verdauung und Auflösung der Speisen von sehr grosser Wichtigkeit. Meistentheils kommt sie als Chlor mit Natrium verbunden vor.

4) **Kalk**, ist mit Säuren verbunden fast in allen thierischen Substanzen enthalten. Es gibt folgende Kalksalze:

a. Phosphorsaurer Kalk; er steht unter allen Mineralkörpern, die dem thierischen Organismus durch ihre physischen Eigenschaften nützen, nächst dem Wasser oben an, und schon aus seinem häufigen Vorkommen in allen Theilen lässt sich schliessen, dass er eine sehr wichtige Rolle in der thierischen Oekonomie spielen muss (vielleicht bei der Zellenbildung). Vorzüglich tritt aber sein Vorkommen in den Zähnen und Knochen und seine Bestimmung zur Befestigung des Körpergerüstes hervor; in den Knochen findet er sich besonders häufig in der Rinde und bei Greisen. Ausserdem ist er aufgelöst, und zwar mittels einer geringen Menge freier Milchsäure, in allen thierischen Flüssigkeiten zu treffen, einigen Stoffen folgt er fast in allen ihren Verbindungen; z. B. dem Albumin, Fibrin, Casein, so dass er damit chemisch verbunden zu sein scheint. — Er wird jedenfalls dem Organismus von aussen durch die Nahrungsmittel zugeführt und zunächst durch die Milchsäure in den Verdauungssäften gelöst, wozu dann seine grosse Neigung, sich mit Eiweiss, Faserstoff und Käsestoff zu verbinden, kommt.

b. Kohlensaurer Kalk, kommt in den Knochen, Zähnen, Knorpeln, Nägeln, Ohrkrystallen und im Serum (stets amorph) vor. Er wird theils durch das Quellwasser eingeführt, theils aber auch erst im Körper gebildet; mit vegetabilischen Nahrungsmitteln werden nämlich dem thierischen Organismus eine Menge pflanzensaurer Kalksalze zugeführt, welche sich wahrscheinlich durch den eingeathmeten Sauerstoff in kohlensaure Salze verwandeln. Aufgelöst kann dieses Salz erhalten werden sowohl durch die freie Kohlensäure des Blutes, als vielleicht auch durch Alkalisalze und durch irgend einen organischen Stoff.

c. Chlorcalcium, findet sich constant, aber nur in geringer Quantität im Magensafte und Speichel vor; sein Nutzen, sowie sein Ursprung im Körper ist noch dunkel.

d. Schwefelsaurer Kalk, findet sich, wie überhaupt die schwefelsauren Alkalien, nur in geringer Menge in thierischen Flüssigkeiten vor und fehlt in der Milch, Galle und dem Magensafte ganz. Hieraus geht deutlich hervor, dass diese Salze, die doch dem Körper so häufig mit den Nahrungsmitteln zugeführt werden, zu keinem allgemeinen Zwecke verwendet werden. Sie finden sich dagegen in grösserer Menge in den Excreten, als sie von aussen zugeführt werden, und bilden sich also wohl erst im Körper, wahrscheinlich durch Zerlegung eiweissartiger Substanzen beim Stoffwechsel.

e. Fluorcalcium, findet sich zwar nur in sehr geringer Menge vor, ist aber ein integrirender Bestandtheil des Zahnschmelzes und der Knochen (besonders vorweltlicher). Im Urin entdeckte *Berzelius* Spuren von Fluorcalcium. Es wird jedenfalls von aussen in den Körper gebracht.

5) **Talkerde**, *Magnesia*, kommt in Verbindung mit Säuren nur in geringer Menge vor und begleitet dann immer den Kalk. Die Talksalze sind:

a. Phosphorsaure Talkerde, findet sich überall da, wo der basisch phosphorsaure Kalk vorkommt, aber in weit geringerer Menge und oft auch nur Spuren davon

Sie gelangt hauptsächlich durch die aus den Samen der Cerealien bereiteten Nahrungsmittel in den Körper, und findet sich deshalb auch in den Excrementen in grosser Menge.

b. Kohlensaure Talkerde, findet sich nur selten und meist in höchst geringen Mengen im Körper (im Serum und der Hautschmiere). *Berzelius* hält es für nicht unwahrscheinlich, dass die Talkerde in den Knochen nicht an Phosphorsäure, sondern an Kohlensäure gebunden ist, und dass sich die phosphorsaure Talkerde erst durch die analytische Methode bilde.

6) **Kali**, kommt stets an Säuren gebunden, verhältnissmässig in geringerer Menge im thierischen Körper als das Natron vor. Seine Salze sind:

a. Chlorkalium, ist in allen thierischen Flüssigkeiten gefunden worden, vorzüglich solcher Thiere, welche von Vegetabilien leben. Es kommt durch das Wasser und die Pflanzen in den Körper und hat keine andere Function als das Chlornatrium.

b. Schwefelsaures Kali; von ihm gilt das beim schwefelsauren Kalk Gesagte.

c. Schwefelcyankalium, im Speichel (?).

7) **Natron**, kommt nie frei im thierischen Körper vor, sondern theils mit fetten oder harzartigen Säuren, theils mit Milch- und andern Säuren, theils als Natrium mit Chlor verbunden. Seine Salze sind:

a. Chlornatrium, findet sich in allen Theilen des thierischen Organismus und ist diesem nicht blos zufällig mit den Speisen und Getränken zugeführt worden, sondern es steht daselbst bestimmten Verrichtungen vor und wird zu höchst verschiedenen Zwecken verwendet. So verhindert es im Blute zugleich mit dem Eiweisse die Auflösung der Rinde der Blutkörperchen, und wirkt wahrscheinlich auf das Blutroth, dem es eine heller rothe Farbe ertheilt; vielleicht kann es auch dazu mit beitragen, den Faserstoff im lebenden Blute gelöst zu erhalten; jedenfalls trägt es auch zur Auflösung und Umwandlung der Speisen mit bei. Es wird von aussen in grosser Menge zugeführt.

b. Kohlensaures Natron, findet sich zwar nicht selten in der Asche thierischer Stoffe, allein es scheint wohl meistens aus Verbindungen des Natrons mit organischen Stoffen, besonders mit Milchsäure, entstanden. Doch hat man es im Blute und in der Lymphe entdeckt. Sein Nutzen ist wahrscheinlich der, den Faserstoff im Blute vor zu schneller Gerinnung zu schützen und die durch den Umwandlungsprocess entstandene Milchsäure im Blute zu sättigen. Es bildet sich jedenfalls aus den Verbindungen des Natrons mit organischen Säuren beim Oxydationsprocesse des Blutes.

c. Phosphorsaures Natron, kommt in nicht geringer Menge im Blute und in der Milch vor; auch ist es in den meisten thierischen Flüssigkeiten (am meisten im Harn und in der Galle, aber gar nicht im Magensafte) gefunden worden. Sein constantes Vorkommen lässt vermuthen, dass es chemischen Zwecken dient. Es wird theils von aussen eingeführt, theils aber auch im Körper gebildet und ist hier sicherlich grossentheils Excretionsproduct, entstanden aus den unbrauchbar gewordenen, phosphorhaltigen Theilen des thierischen Organismus. Es wird durch den Harn weit mehr von diesem Salze ausgeführt, als durch die Speisen eingeführt werden kann.

d. Schwefelsaures Natron, verhält sich wie schwefelsaurer Kalk und schwefelsaures Kali.

8) **Ammoniak**, kommt frei für sich nicht im thierischen Körper vor, sondern nur mit Säuren verbunden, dann jedoch fast ausschliesslich in solchen Stoffen, die schon aus dem eigentlichen Kreislaufe herausgetreten, oder noch nicht darin aufgenommen sind. Ja es ist fast als unzweifelhaft anzusehen, dass im thierischen Organismus selbst kein Ammoniaksalz erzeugt und in den belebten Theilen gefunden werde, und dass, wenn derartige Salze vorkommen, sie Producte der Zersetzung und chemischen Behandlung sind. Im Urin und Schweisse, besonders dem der Achselhöhle, ist das Vorkommen des Ammoniaks unbestritten.

9) **Kieselsäure**, befindet sich in höchst geringer Quantität in einigen flüssigen (Harn, Speichel) und festen Theilen (Haaren und Knochen) des thierischen Körpers. Obgleich sie in nicht ganz unbedeutender Menge von aussen aufgenommen wird, so findet sie sich doch nicht so häufig vor, weil sie theils gar nicht resorbirt (deshalb in den Faeces), theils durch die Nieren wieder ausgeschieden wird.

10) **Chloreisen**, ist von *Braconnot* und *Berzelius* nur im sauren Magensafte gefunden worden und mag hier wohl bestimmten, noch nicht genau ergründeten Zwecken vorstehen. *Lehmann* vermuthet, dass es theils dazu dient, der freiwilligen Zersetzung der Speisen im Magen Einhalt zu thun, indem es wegen seiner Verwandtschaft zum Sauerstoff sowohl als zu organischen Körpern selbst die Bedingungen der Fäulniss und Verwesung aufhebt, theils aber auch dazu, um schon vorläufig im Magen mit einzelnen

Stoffen verbunden zu werden, welche dann im weitern Verlaufe der Metamorphose im Darmkanale und besonders in den Lymphgefässen und dem Blute in die bekannten eisenhaltigen Stoffe umgewandelt werden. Sein Entstehen im Körper ist noch unbekannt, denn als Chloreisen dürfte es wohl nicht eingeführt werden.

b. **Organisch-saure Salze,** halborganische oder Verbindungen unorganischer Basen mit organischen Säuren (Milchsäure, Harnsäure, Cholsäure, Oel- und Margarinsäure).

a. **Milchsaure Salze.** Sie sind in Wasser, die meisten auch in Alkohol löslich und können einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt werden, ohne sich zu zersetzen; leicht krystallisirbar ist milchsaurer Talk und Kalk, nicht krystallisirbar die milchsauren Alkalien (s. Milchsäure).

1) Milchsaures Kali: im Muskelfleische, Linse, Serum, Milch, Ohrenschmalz, Speichel, Galle.
2) Milchsaures Natron: im Fleische, Serum, Lymphe, Milch, Speichel, Galle, Schweiss.
3) Milchsaures Ammoniak: im Fleische, Harn, Galle und Schweisse.
4) Milchsaurer Kalk: im Fleische, Milch, Harn, Ohrenschmalz.
5) Milchsaure Talkerde: im Fleische und Milch.

b. **Harnsaure Salze.** Mit den fixen Alkalien und alkalischen Erden bildet die Harnsäure Salze, die in kaltem Wasser schwer, in heissem etwas leichter auflöslich sind; mit Ammoniak, den eigentlichen Erden und Metalloxyden dagegen völlig unlösliche Salze. Aus allen ihren Salzen wird die Harnsäure durch Essigsäure und alle andern Säuren ausgeschieden. Man findet diese Salze im Urin und in Blasensteinen. — Harnbenzoësaure Salze (Kalk und Natron) sollen sich im Harne kleiner Kinder finden und im diabetischen Urin.

1) Harnsaures Kali und 2) Natron; in den aus Harnsäure bestehenden Blasensteinen, letzteres auch im Urin.
3) Harnsaures Ammoniak; im Urin und in Blasensteinen.
4) Harnsaure Magnesia und 5) Kalkerde; nur in Blasensteinen.

c. **Cholsaures** *(Gmelin)* und **Choleinsaures** *(Demarcay)* **Natron,** soll sich nach Einigen in der Galle finden. Das erstere ist leicht im Wasser löslich, nicht harzig, schmilzt nicht im kochenden Wasser, lässt sich vollkommen austrocknen und zeichnet sich durch seinen zuckersüssen Geschmack aus. Das letztere bildet eine harzige, schmelzbare Masse. Nach *Demarcay* besteht die Galle ganz einfach aus diesem choleinsauren Natron mit etwas Farbstoff und margarinsaurem Natron gemengt; und Cholsäure, Taurin, Gallenharz u. s. w. sind nur Zersetzungsproducte der Choleinsäure.

d. **Oelsaures** und **margarinsaures Natron:** in der Galle und dem Serum.

c. **Ternäre** und **quaternäre,** oder **organische Verbindungen.** Durch diese Verbindungen werden organische Materien gebildet, die entweder zur Bildung der Grundlage der Organe beitragen, durch und in welchen die Lebensthätigkeiten statt finden (d. s. wesentliche thierische Materien), oder solche, die nichts zur Bildung der Organe beitragen, sondern nur in diesen erzeugt werden, um entweder aus ihnen ausgestossen, oder in ihnen irgendwo zu einem Zwecke aufbewahrt zu werden (d. s. Ausscheidungsstoffe), oder solche, die zum fernern Dienste untauglich geworden und von den Geweben wieder getrennt sind, um nun durch den Sauerstoff des Blutes in excrementitielle verwandelt zu werden (d. s. die sogenannten Extractivstoffe).

a. **Ausscheidungsstoffe.** Ob diese Stoffe sich erst in ihren Ausscheidungsorganen bilden oder sich schon im Blute vorfinden und

nur durch diese Organe, in Folge einer besondern Adhäsion, hindurchfiltrirt werden, ist noch Gegenstand des Streites. Die meisten Physiologen schreiben den Ausscheidungsorganen einen sehr grossen Antheil an der Bildung dieser Stoffe zu; *Lehmann* weist durch directe Versuche nach, dass sie bereits im Blute gebildet vorkommen und dass die eigentlichen Excretionsorgane nur Filtrirapparate für besondere Stoffe sind. — Die Ausscheidungsstoffe finden sich nur in offenen Höhlen, und sind entweder secernirte oder excernirte.

aa. **Secernirte Ausscheidungsstoffe**, d. s. solche, die noch in der thierischen Oekonomie zu bestimmten Zwecken verwendet werden und deshalb zum Bestehen des Organismus durchaus nothwendig sind; nämlich:

1) **Ptyalin**, *Speichelstoff* (nach *Berzelius*, *Mitscherlich*, *Simon*, *Lehmann*), sollte sich nach den frühern Untersuchungen nur im Speichel und zwar in geringer Menge finden; man wollte ihn auch in allen andern thierischen Flüssigkeiten gefunden haben, allein dies war der Speichelstoff *Tiedemann's* und *Gmelin's*, eine dem Wasserextracte identische Materie. Jetzt hat man das Ptyalin ganz fallen lassen.

Das wahre *Ptyalin* stellt getrocknet eine farblose, durchscheinende, brüchige Masse dar, ohne Geruch und von fadem Geschmack, löst sich im Wasser zu einer schleimigen Flüssigkeit auf und wird aus der wässrigen Lösung durch Alkohol gefällt, nicht durch Säuren oder Metallsalze. Speichel verwandelt (nach *Leuchs* und *Schwann*) Stärke in Zucker; dies thut aber nach *Sebastian* das Ptyalin nicht.

2) **Pepsin** (Verdauungsprincip, *Laab*), das vermeintliche verdauende Princip des Magensaftes, wurde im Magensafte von *Schwann*, nachdem es von *Eberle* und *Müller* vermuthet worden war, entdeckt, von *Wasmann* aber zuerst isolirt dargestellt. Es hat seinen Sitz in der grumösen Materie, welche die tiefer liegenden Zellen ausfüllt, die die Wände der einfachen Magendrüsen bekleiden oder die soliden cylindrischen Drüsen des Magens zusammensetzen (s. Magen). Es ist nichts als ein Gemenge eiweissartiger Substanzen, und wirkt nur in Verbindung mit einer Säure verdauend. Es hat fast alle Reactionen mit dem Eiweiss gemein, zeigt aber nach den verschiedenen Darstellungsmethoden eine differente Zusammensetzung. — Das Pepsin zeichnet sich dadurch hauptsächlich aus, dass es in äusserst schwacher wässeriger Lösung und mit einer sehr geringen Quantität Säure versetzt, Eiweiss und Faserstoff sehr schnell (6—8 Stunden) auflöst; diese Eigenschaft, welche nicht durch Alkohol, wohl aber durch Kochen und Kali verloren geht, haben selbst noch die durch Metallsalze entstandenen Niederschläge desselben. Der Nutzen des Pepsins ist: die durch freie Säure bedingte Auflösung der Nahrungsstoffe zu beschleunigen (s. Magenverdauung).

Pepsin stellt getrocknet eine gelbe, gummiartige Masse dar, die sich leicht in Wasser auflöst und stets etwas Säure zurückhält. Die Pepsinlösung geht ziemlich leicht in Fäulniss über, verliert aber erst nach etwa 6 Wochen ihre Verdauungskraft. Es wird durch Alkohol aus der wässerigen Lösung gefällt; Mineralsäuren trüben die Lösung des neutralisirten Pepsins (mikrolytisch, *Valentin*), lösen bei mehr Zusatz von Säure die Trübung wieder auf, und scheiden bei Ueberschuss von Säure das Pepsin wieder in Flocken aus (makrolytisch); Metallsalze fällen das Pepsin. Es ist in allen übrigen Beziehungen dem Eiweissstoffe sehr ähnlich, weshalb man es auch für eine Proteinverbindung oder Modification des Casein anzusehen geneigt ist; es unterscheidet sich vom *Albumin* durch seine auflösende Wirkung und dadurch, dass es mittels Essigsäure und verdünnter Chlorwasserstoffsäure gefällt wird; vom *Casein* durch die Nichtfällung mittels Kaliumeisencyanür aus der sauren Lösung. — *Schwann* schreibt dem Pepsin die Fähigkeit zu, den Käsestoff zur Gerinnung zu bringen; allein dies thut Pepsin aus dem Magen erwachsener Thiere nicht, nur der dem Pepsin entsprechende Stoff bei saugenden Thieren. — Alkohol soll das Pepsin unlöslich machen.

3) **Bilin**, *Gallenstoff*. Er ist erst in neuerer Zeit von *Berzelius* in der Galle als Hauptbestandtheil derselben entdeckt worden, und zwar in der Gallenblase verbunden mit Bilifellinsäure. Dieser Stoff zersetzt sich sehr leicht (besonders durch Säuren und Wärme) und zwar nach vielfachen Rich-

tungen hin, und gibt deshalb Veranlassung zur Bildung einer Menge von Zersetzungsproducten (Fellinsäure, Cholinsäure, Taurin, Dyslysin u. s. w.; s. bei Galle). Er enthält übrigens Stickstoff und auch Schwefel.

Das *Bilin* ist eine klare, farblose (blassgelbe), nicht krystallinische (gummiartige) Masse, geruchlos, von bitterm und unbestimmt süsslichem Geschmacke, in Wasser und Alkohol leicht löslich, unlöslich in Aether. Es verbindet sich mit Oxyden, aber wegen der Löslichkeit der Verbindungen in Wasser bleiben die Reactionen aus. Die wässerige Lösung wird durch kein Reagens präcipitirt, nur concentrirte Kalilösung fällt Bilinkali, welches in Alkohol löslich ist. Durch Säuren (besonders Mineralsäuren) und namentlich in der Wärme, wird die Neigung des Bilin, sich in einen sauren Körper zu metamorphosiren, ausserordentlich begünstigt.

[**Gallenharz**; — **Picromel**; — **Taurin**; — **Cholsäure** und **Choleinsäure**, s. bei Galle.]

4) **Gallenfarbstoff**, *Cholepyrrhin*, (*Biliverdin* und *Bilifulvin*, nach *Berzelius* neuester Analyse, sind wahrscheinlich Modificationen dieses Pigments), ein sehr wandelbarer, leicht zersetzbarer und oxydirbarer Stoff, der sich nicht blos in der Menschengalle findet, sondern auch in der Galle fleisch- und pflanzenfressender Thiere, jedoch in den verschiedenartigsten Färbungen. Charakteristisch sind die Farbenveränderungen der gelben Lösung dieses Stoffes (in Alkohol) bei allmäligem Zusatze von Salpetersäure, welche Lösung zuerst grün, dann blau, violett, roth und endlich nach einiger Zeit wieder gelb wird (worauf aber dieses Farbenspiel bei neuem Zusatz von Salpetersäure nicht wieder eintritt). Durch diese Reaction erkennt man auch die Gegenwart des Gallenpigments in andern thierischen Flüssigkeiten.

Dieser Stoff erscheint als rothbraunes Pulver oder als feste nicht krystallinische Masse, ohne Geschmack und Geruch, unlöslich in Wasser und Aether, wenig in Alkohol, leicht löslich in Aetzkali und Ammoniak; Salzsäure fällt ihn aus der alkalischen Lösung grün.

5) **Melanin** (*Ophthalmo-Melanin*, Augenschwarz), findet sich als dichter Ueberzug auf der Choroidea des Auges (in den Bronchialdrüsen, Lungen, der Haut der Neger), um dasselbe zu achromatisiren und zu erwärmen (s. bei Auge).

Das *Melanin* bildet eine schwarze, zusammenhängende Masse oder ein schwarzbraunes Pulver, ohne Geruch und Geschmack, unlöslich in den gewöhnlichen Lösungsmitteln und schwerlöslich in kaustischem Kali, aus welcher Lösung es dann durch Salzsäure mit lichtbrauner Farbe niedergeschlagen wird. Es wird durch Chlor etwas entfärbt, gehört zu den stickstoffhaltigen Stoffen, enthält Eisen und ist arm an Wasserstoff.

6) **Milchzucker**, *Lactin*, *saccharum lactis*, ist ein integrirender (stickstofffreier) Bestandtheil der Milch der Säugethiere und der Frauenmilch. Sein Gehalt vermindert sich, je später nach der Geburt die Milch abgesondert wird; die Kost und Krankheiten haben aber keinen Einfluss darauf. Von der menschlichen Milch, welche ihn in grösster Menge (dann die Eselsmilch und am wenigsten die Hundemilch) enthält, macht der Milchzucker 4,7 pr. C. oder $\frac{2}{5}$ der festen Bestandtheile aus. Mit der Schleimhaut des Kälbermagens (Laab) gelind erwärmt, verwandelt sich der Milchzucker in Milchsäure; durch Hefe, Käsestoff, Kleber u. dergl. wird er in geistige Gährung versetzt, nachdem er aber vorher erst in Krümel- oder Schleimzucker (Traubenzucker) übergegangen ist. Der Nutzen des Milchzuckers soll der sein, als Nahrungsmittel zu dienen, allein da man nirgends im Körper Zucker wiederfindet, so glaubt *Lehmann*, dass er nur zur Bildung der für den Thierorganismus so äusserst wichtigen Milchsäure verwendet werde.

Der Milchzucker bildet weisse, undurchsichtige, geschobene, 4seitige Prismen oder Rhomboeder von blättrigem Gefüge, ist härter als Rohrzucker, von schwach süssem (der menschliche etwas süsser als der der Kuhmilch) und zugleich sandigem, fast mehligem Geschmacke, ohne Geruch, löst sich langsam in kaltem, leichter in heissem Wasser auf, ist in absolutem Alkohol und Aether unlöslich, wird durch Alkohol aus der wässerigen Lösung gefällt; gegen Metallsalze ist er indifferent. Durch verdünnte Mineralsäuren, sowie durch Essig- und Citronensäure, wird er in Krümelzucker, durch Salpetersäure in Schleim- oder Oxalsäure verwandelt; mit Bier- und Weinhefe geht er nicht in Gährung über, bildet aber mit Hülfe anderer stickstoffhaltiger Substanzen Alkohol.

Die **folgenden proteinhaltigen Secretionsstoffe**, welche von diesem und jenem Autor angenommen oder geleugnet werden, bestehen aus

einer Flüssigkeit (meistens Blutplasma oder Serum) und darin suspendirten mikroskopischen Körperchen, denen sie ihre eigenthümliche Reaction verdanken. Es sind (wozu *Henle* auch noch das *Globulin* rechnet):

7) *Spermatin*, eine eigene extractartige Materie der Samenflüssigkeit (welche aber noch Schleimkörperchen, Epitheliumplättchen und Samenthierchen enthält), die aber darin nicht aufgelöst, sondern wie Schleim darin aufgequollen ist. Es unterscheidet sich vom Schleime dadurch, dass es sich einige Zeit nach Ausleerung des Samens in dem Wasser zu einer klaren Flüssigkeit auflöst, die durch Kochen nicht mehr gerinnt.

8) Thränenstoff, ein Bestandtheil der Thränenfeuchtigkeit (in der sich aber noch Schleimkügelchen und abgeschuppte Oberhaut des Bulbus befinden), welcher weder von Säure, noch von Hitze gerinnt, aber durch langsames Verdunsten an freier Luft gleich dem Nasenschleime zu einer extractrartigen, gelben, unlöslichen Materie verdickt.

9) Hornstoff, *Keratin;* aus ihm soll die Epidermis und deren Fortsetzungen, wie Nägel, Haare, Schuppen, Federn u. s. w. gebildet sein, allein diese Theile werden aus Zellen mit Kernen zusammengesetzt, welche nebst ihrem Inhalte aus modificirtem Albumin zu bestehen scheinen (s. Epidermis).

10) Schleimstoff, im Schleime (der aber noch mit Schleim- und Eiterkörperchen und Epitheliumschüppchen vermischt ist); ist nach seinem Fundorte verschieden und überhaupt ein noch zweifelhafter und zu wenig untersuchter Stoff (s. Schleim und daselbst auch Eiter mit Pyin).

bb. **Excernirte Ausscheidungsstoffe**, d. s. solche, die völlig untauglich zur weitern Benutzung bei der thierischen Stoffmetamorphose sind und sogleich aus dem Körper ausgeführt werden müssen, um nicht Störungen in der ganzen Lebensbewegung hervorzubringen. Es sind:

1) **Harnstoff**, *ureum s. urea* ($C_2 H_4 N_2 O_2$), ist eines der Hauptexcretionsproducte der Nieren und macht den grössten Bestandtheil der festen Stoffe des Harns aus, in welchem er theils frei, theils an Milchsäure (bei dem Rindvieh und Pferde an Hippursäure, bei den Vögeln und Schlangen an Harnsäure) gebunden und von extractivem Harnfarbstoffe begleitet, vorkommt. Sobald die Nierenabsonderung gehindert ist, findet er sich auch deutlich im Blute und in andern vom Blute abgesonderten Flüssigkeiten wieder. Ausserdem ist er auch im Blute gesunder Thiere, im menschlichen Entzündungsblute, in der Amniosflüssigkeit, hydropischen Flüssigkeiten, Gallensteinen und von *Kühn* einmal in der Galle gefunden worden. Die Quantität des im Urin enthaltenen Harnstoffs ist selbst bei gesunden Personen höchst verschieden, und richtet sich nach den Lebensmitteln und Körperanstrengungen; er vermehrt sich nämlich bei Fleischkost und bei stärkern körperlichen Bewegungen, welche eine stärkere Consumtion der materiellen Theile bedingen. Jedenfalls ist der Harnstoff nichts weiter, als ein bei der Stoffmetamorphose gebildetes und dem Organismus durchaus fremdartiges Product der zersetzten stickstoffhaltigen Grundlagen, welches durch die Nieren ausgeschieden, aber nicht gebildet wird. Es scheinen besonders die Proteinverbindungen des Fleisches zur Bildung des Harnstoffs beizutragen, sowie die aus diesen sich bildenden schwefelsauren Salze und die Milchsäure (welche man bei Strapazen vermehrt findet). — Er ist künstlich ganz treu nachgebildet worden aus cyansaurem Ammoniak.

Der Harnstoff krystallisirt bei langsamem Abkühlen seiner Lösung in farblosen, plattgedrückten, langen und schmalen, 4seitigen Prismen, bei schnellem Abkühlen in weissen, seidenglänzenden Nadeln; er ist von kühlendem, salpeterähnlichem Geschmacke, ohne Geruch, in Wasser und Alkohol löslich, in Aether unlöslich, bildet mit Oxal- und Salpetersäure sehr bald viele kleine Krystallblättchen und bewirkt, selbst in sehr geringer Menge, dass das Kochsalz anstatt in Hexaëdern in Octaëdern und Salmiak in Würfeln krystallisirt. Wird Harnstoff über 120° erhitzt, so zersetzt er sich, Ammoniak entweicht und Cyanursäure bleibt zurück; fault Urin langsam, so verwandelt sich der Harnstoff in kohlensaures Ammoniak.

2) **Harnsäure**, *acidum uricum* ($C_{10} H_4 N_4 O_6$), findet sich im Harne fleischfressender Thiere und in geringer Menge (0,1%) im Menschenurin, in grosser Menge in den Excrementen der Amphibien, besonders der Schlangen; bei den Herbivoren ist sie durch Hippursäure ersetzt. Sie vermehrt sich bei

reichlicher animalischer Kost und nach *Lehmann* besonders bei unvollkommener Verdauung, nicht aber, wie Manche behaupten, im Winter und bei verminderter Hautthätigkeit; die Mehrzahl der Harnsteine sind von ihr gebildet. Wahrscheinlich entsteht sie, wenn bei guter (stickstoffreicher) Kost und geringer Bewegung der Körper nicht genug an fester Stoffmasse verliert (nicht genug Sauerstoff aufnimmt); bisweilen vielleicht in solcher Menge, dass sie die Nieren nicht ganz auszuscheiden im Stande sind, wo sie dann Veranlassung zu Gicht und Hämorrhoiden gibt (?). Dass die Harnsäure ihres grossen Stickstoffreichthums wegen auch nur aus stickstoffhaltigen Körpern gebildet wird, ist natürlich. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass in der Harnsäure der Harnstoff präformirt enthalten ist und so diese Säure aus Harnstoff und einem sauren Körper (Urilsäure nach *Liebig*) besteht (welcher letztere durch Aufnahme von Sauerstoff und Wasser in Sauerkleesäure und Allantoin sich verwandelt).

Die Harnsäure stellt glänzendweisse, kleine Schuppen ohne Geruch und Geschmack dar, ist in Wasser schwer löslich, in Alkohol und Aether unlöslich, in kohlen-, phosphor-, milch- und essigsauren Alkalien, am besten in kohlensaurem Lithion, leicht löslich. Sie ist eine sehr schwache Säure; nur mit Kali und Natron, und vorzüglich mit Lithion bildet sie leicht lösliche Salze. Bei der trocknen Destillation liefert sie Harnstoff, unlösliche Cyanursäure, Blausäure und etwas kohlensaures Ammoniak. Ganz besonders ausgezeichnet ist ihr Verhalten gegen Salpetersäure; durch diese bilden sich nämlich aus der Harnsäure folgende Zersetzungsproducte: Alloxan (erythrische Säure), Alloxantin, Thionursäure, Uramil, Dialursäure, Parabansäure, Oxalursäure, Alloxansäure, Mesoxalsäure, Mycomelinsäure, Uramilsäure, Murexid und Murexan.

Harnoxyd, Xanthin, harnige Säure, in Blasensteinen gefunden, enthält 1 Aequiv. Sauerstoff weniger, als die Harnsäure, von der es sich hauptsächlich durch seine weit langsamere Auflösung in heisser Salpetersäure ohne Gasentwickelung unterscheidet.

3) **Harnfarbstoff**, soll ein mit Salzen und organischen Materien (*Halophil, Berzelius*) gemengter Extractivstoff sein, der sich im Harne in bald grösserer, bald geringerer Menge findet. Seine Quantität fällt und steigt umgekehrt mit der des Harnstoffes; er vermehrt sich also bei Pflanzenkost und vermindert sich bei Fleischkost. Uebrigens ist seine Existenz noch gar nicht sicher.

Der Harnfarbstoff bildet eine röthlichbraune, extractartige Materie, von bitterlich salzigem Geschmacke, etwas nach Harn riechend, löslich in Wasser und Alkohol mit bernsteingelber oder braungelber Farbe. Beim Erhitzen schmilzt er, bläht sich auf, und entwickelt einen höchst ekelhaften Geruch; er fault sehr schnell und mit dem eigenthümlichen Geruche des faulenden Harns.

4) **Allantoin**, nur in der Allantoisflüssigkeit, nie im Harne Neugeborner oder älterer Personen. Es lässt sich sehr leicht aus Harnsäure durch Bleihyperoxyd darstellen und bildet farblose, zarte Prismen von rhomboedrischer Grundform, starkem Glasglanze, ohne Geruch und Geschmack, löslich in Wasser und Alkohol, unlöslich in Aether.

5) **Harnbenzoësäure**, *Hippursäure*, kommt im Harne aller pflanzenfressenden Säugethiere, in dem kleiner Kinder und im Harne Erwachsener bei vegetabilischer und gemischter Kost vor, bildet weisse, durchscheinende, lange, 4seitige, 2flächig zugespitzte Prismen, schmilzt in der Hitze ohne Abgabe von Wasser zu einem ölartigen Liquidum, welches beim Erkalten zu einer krystallinischen, milchweissen Masse erstarrt; bei stärkerem Erhitzen nimmt die Säure erst eine rosenrothe, dann bräunliche Farbe an, während sich ein weisses Sublimat aus Benzoësäure und benzoësaurem Ammoniak bildet und ein Geruch erst nach Vanille oder frischem Heu, dann nach bittern Mandeln entwickelt.

6) Harnzucker, findet sich nur im diabetischen Urine und zwar in grösster Menge, wenn er nicht von Eiweiss oder Harnstoff begleitet ist. Er ist identisch mit dem gewöhnlichen Trauben- oder Krümelzucker, weiss, geruchlos, von süsslich mehligem Geschmacke, und wird meist in warzenförmigen Conglomeraten oder blumenkohlartig gruppirten Blättchen erhalten.

7) *Cystin*, Blasenoxyd, findet sich ziemlich selten, in Blasensteinen, ist sehr reich an Schwefel und bildet farblose, durchsichtige, 6seitige Prismen oder Blätter, ist ohne Geruch und Geschmack, in Säuren und Aetzammoniak, nicht in Wasser und Alkohol löslich.

b. **Wesentlich thierische Materien**, d. s. diejenigen, welche die eigentlichen, materiellen Substrate des Lebens bilden und aus denen die Gewebe und lebensthätigen Flüssigkeiten zusammengesetzt sind; sie finden sich in den geschlossenen und Gefässhöhlen, und in der Substanz der Organe; sind mit Ausnahme der Milchsäure weder sauer, noch alkalisch, noch salzig.

1) **Protein** (von πρωτεύω, ich bin der erste, weil dieser Stoff der wichtigste im ganzen Thierorganismus ist), wurde von *Mulder* als Grundstoff des thierischen und vegetabilischen Albumins, Fibrins und Caseins entdeckt. Alle diese letztgenannten Stoffe sollen aus Protein mit Phosphor und Schwefel oder nur mit Schwefel zusammengesetzt sein. Rein (ohne Schwefel und Phosphor) wollte man Protein nur in den Austern gefunden haben; allein auch hier ist es schwefelhaltig. Seine Verbindungen sind nicht nur in allen Theilen des Körpers verbreitet, sondern machen auch den Hauptbestandtheil der wichtigsten Organe aus. So besteht das Blut fast nur aus Proteinverbindungen, ebenso alle faser- und eiweissstoffigen, überhaupt alle stickstoffhaltigen Gewebe. Das Protein wäre sonach der wahrhafte Nährstoff des thierischen Körpers, der sich wegen seiner grossen Geneigtheit zu Metamorphosen in viele heterogene Körper verwandeln könnte. Man denkt sich das Protein als den Kern der thierischen Substanz, aus welchem durch Aufnahme von Schwefel, Phosphor, alkalischen oder erdigen Salzen mit Wasser in verschiedenen Verhältnissen alle thierischen Materien hervorgehen. Dieser Stoff wird in so grosser Menge aus den Pflanzen (s. S. 52) in den Thierkörper aufgenommen, dass man nicht anzunehmen braucht, er werde erst im thierischen Organismus durch die Lebenskraft aus den Elementen stickstoffhaltiger Nahrungsmittel bereitet. Niemals findet sich im gesunden Zustande eine Proteinverbindung in den Excreten, und in den Darmexcrementen nur dann, wenn der Genuss proteinhaltiger Substanzen das Bedürfniss überstieg. Wahrscheinlich wird im Körper der Ueberschuss von Protein, oder überhaupt das Protein am Ende seiner Verwandlungen in Excretionsstoffe umgewandelt und durch die Nieren, Haut u. s. f. ausgeschieden. Ja es scheint, als ob unter bestimmten Umständen an allen proteinhaltigen Substanzen und Geweben auch eine Umbildung in Fett möglich sei; doch ist dieser Process noch gar nicht aufgeklärt. Es sollte ferner, nach frühern Ansichten, das Protein durch Aufnahme von einer grössern Menge Sauerstoff eigenthümliche Oxyde (Proteindeutoxyd, Proteintritoxyd) darstellen können. Noch sind die Acten über das Protein nicht geschlossen, ja neuerlich hat *Mulder* selbst seine frühern Ansichten über diesen Stoff sehr geändert. Während er es nämlich früher aus $C_{40}H_{31}N_5O_{12}$ bestehen liess, das Albumin aber aus $Pr._{10} + PS_2$, Fibrin aus $Pr._{10} + PS$, Casein aus $Pr._{10} + S$, Globulin aus $Pr._{15} + S$ u. s. f., so soll nach den neuesten Untersuchungen das Protein aus $C_{36}H_{25}N_4O_{10}$ zusammengesetzt sein, rein (schwefelfrei) nicht vorkommen (doch durch Entschwefeln und Entphosphorn des Eiweisses, Faserstoffs, dargestellt werden können), und anstatt mit Schwefel und Phosphor mit Sulphamid (SHN_2) und Phosphamid (PNH_2) in verschiedenen Verhältnissen in den eiweissartigen Substanzen verbunden sein. — Mit dem Namen **Oxyprotein** (unter dem bisher ein Körper verstanden wurde, den man als zweiten Niederschlag aus der Kalilösung der Haare erhielt, nachdem zuerst das Protein ausgefällt war) bezeichnet jetzt *Mulder* eine Verbindung von $C_{36}H_{27}N_4O_{13}$, die in eiweissartigen Substanzen ähnlichen Materien (Horngeweben) mit Sulphamid verbunden vorkommt.

Protein bildet im feuchten Zustande eine gallertartige, grauliche, halbdurchscheinende, flockige Masse; ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether und Oelen; getrocknet ist es hart, spröde, blassbernsteingelb, und leicht pulverisirbar, zieht aus der Luft Wasser an und schwillt in Wasser wieder auf. In der Hitze liefert es die gewöhnlichen Destillationsproducte stickstoffhaltiger Körper (ammoniakalische Producte) und eine poröse Kohle, die ohne Rückstand verbrennt; bei der Fäulniss zerfällt es in Humussäure, Kohlensäure und Ammoniak. Durch sehr anhaltendes Kochen löst es sich langsam auf, gelatinirt aber

nicht beim Erkalten; es verbindet sich mit Säuren und Basen, löst sich in allen verdünnten Säuren auf, wird daraus durch concentrirte Säuren gefällt und bildet mit diesen unlösliche Verbindungen. Kaliumeisencyanür und Kaliumeisencyanid, Gerbsäure und Alkalien fällen es aus der sauren Lösung. Durch concentrirte Salzsäure wird das Protein erst gelb, dann blau gefärbt.

2) **Albumin**, *Eiweissstoff*, *Eistoff*, besteht nach der ältern Analyse *Mulder's* aus 10 Atomen Protein, 2 Atomen Schwefel (nur 1 Atom im Eiereiweiss) und 1 Atom Phosphor; neuerlich hat man es für aus Protein, Sulphamid und Phosphamid zusammengesetzt erklärt, oder aus: Kohlenstoff 53,3 — Wasserstoff 7,0 — Stickstoff — 15,5 — Sauerstoff 22,0 — Schwefel 1,6 — Phosphor 0,4. — Es gibt lösliches oder flüssiges Eiweiss, welches in Wasser löslich ist, und geronnenes, in Wasser unauflösliches; beide Arten sind sonst nicht von einander unterschieden. Hinsichtlich des Vorkommens findet es sich sowohl in den Eiern und Pflanzen, als in allen denjenigen thierischen Flüssigkeiten, welche zur Ernährung dienen (Blut, Lymphe, Chylus) und vom Blute in die geschlossenen Höhlen abgesetzt werden; auch ist es ein Hauptbestandtheil der Nervenmasse und kommt in pathologischen Secreten vor. In allen diesen Theilen befindet es sich aber als ungeronnenes Eiweiss. In den festen Theilen des thierischen Körpers scheint sich das Albumin stets zu Faserstoff zu constituiren. In den Excretionen findet sich im gesunden Zustande niemals Albumin; als Product einer Krankheit *(morbus Brightii)* tritt es im Urin bei Entartung der Niere auf. — Es dient weniger als Grundlage selbst, als vielmehr als Material, aus dem die Grundlage einer Menge der wichtigsten Organe (eiweissartige) gebildet wird; es ist nichts wahrscheinlicher, als dass erst aus dem Albumin der Faserstoff, Käsestoff, Globulin, Hornstoff und Eiterstoff gebildet werden. Da das Pflanzeneiweiss dem thierischen vollkommen identisch ist, so dürfte das Albumin wohl grösstentheils dem Thierkörper bereits vollkommen ausgebildet von aussen zugeführt werden; doch ist es auch nicht unmöglich, dass aus dem Kleber (welcher dem Faserstoff analog), der sich in so grosser Menge in vielen Pflanzen findet, im Körper Eiweiss gebildet werde; weniger wahrscheinlich ist diese Bildung aus Proteinverbindungen thierischer Nahrungsmittel, wie Faserstoff, Käsestoff u. s. w. Merkwürdig ist, dass Eiweiss eben sowohl die Rolle einer Basis, wie einer Säure spielen kann.

Das lösliche Albumin stellt getrocknet eine gelbliche, glänzende, durchscheinende, spröde Masse oder ein weisses Pulver dar, ohne Geruch und Geschmack, weder sauer noch alkalisch, in Wasser erst zu einer durchscheinenden Gallerte aufquellend und sich dann auflösend. Getrocknet lässt es sich bis zu 100° erhitzen, ohne sich zu verändern, die wässerige Lösung fängt schon bei 60° an zu coaguliren und scheidet sich bei 75° in Flocken und Klumpen aus. Durch verdünnten Alkohol wird es aus seiner Lösung niedergeschlagen, aber nicht coagulirt; durch concentrirten Alkohol, Galvanismus, Kreosot, die meisten Säuren, wird es in den geronnenen Zustand versetzt; letztere bilden damit unlösliche Verbindungen. Am stärksten wirken salpetersaures Silber, basisch essigsaures Blei, Sublimat, salpetersaures Quecksilberoxydul, nach *Hünefeld* Chromsäure oder doppeltchromsaures Kali; Kaliumeisencyanür und Kaliumeisencyanid fällen das Albumin nur, nachdem dessen Lösung mit einigen Tropfen Essigsäure versetzt worden ist. Durch Aether gerinnt nur das Eiweiss der Eier, nicht das des Serum; frisches Eiweiss löst phosphorsauren Kalk in mehrern Verhältnissen und bildet erst mit grossen Mengen desselben eine unlösliche Verbindung. — Das geronnene Eiweiss (welches so ziemlich dem Faserstoffe gleicht) verhält sich ganz wie Protein, bildet frisch und feucht weisse Flocken oder fest zusammenhängende Massen, getrocknet ist es dagegen durchscheinend, gelblich, brüchig und pulverisirbar, ohne Geschmack und Geruch; in kaltem Wasser schwillt es wieder an und löst sich in nur höchst geringer Menge darin auf; mit verdünnten Säuren (und concentrirter Essig- und Phosphorsäure) vereinigt sich das coagulirte Albumin und löst sich auf. Von ätzenden Alkalien und alkalischen Erden wird frisch gefälltes Albumin aufgelöst; durch vorsichtigen Zusatz von Alkali bilden sich völlig neutrale Verbindungen, Albuminate.

3) **Fibrin**, *Faserstoff*, besteht nach der alten *Mulder*'schen Analyse aus 10 Atomen Protein, 1 Atom Phosphor und 1 Atom Schwefel; nach der neuern aus Protein, Phosphamid und Sulphamid. Es gibt: flüssigen Faserstoff, der sich vom flüssigen Eiweiss nur dadurch unterscheidet, dass er freiwillig gerinnt und der sich meist nur in geringer Menge im Thierkörper vorfindet, wie in Blut, Lymphe und Chylus (und entzündlichen Exsudaten); geronnenen Faserstoff, welcher die Grundlage aller sogenannten proteinhaltigen oder eiweissartigen Gewebe, hauptsächlich der Muskeln, bildet. —

Der Faserstoff wird wahrscheinlich aus dem Albumin gebildet und ist ein vervollkommneter Eiweissstoff (?). Nach *Letellier* kann Faserstoff auch in Eiweissstoff umgewandelt werden, und nach *Denis* löst sich geronnener Faserstoff in einer wässerigen Lösung eines Alkalisalzes (Salpeter) nach 24 Stunden zu einem Liquidum auf, was dem flüssigen Eiweiss gleicht (von Quecksilbersublimat gefällt wird und bei + 78° wieder coagulirt). Sonach liesse sich Faserstoff in Albumin zurückverwandeln. Von dem geronnenen Eiweissstoffe soll sich übrigens der Faserstoff dadurch unterscheiden, dass letzterer eine grössere Menge Sauerstoff, aber weniger Kohlenstoff als ersterer enthält. Ausserdem löst Essigsäure Fibrin schwerer als Albumin, Salzsäure färbt Fibrin indigoblau, Albumin violett; frisch ausgewaschener Faserstoff zersetzt das Wasserstoffhyperoxyd, bildet Wasser, macht Sauerstoff frei, ohne dabei selbst eine Veränderung zu erleiden, was Eiweiss nicht thut. Als Gründe für die Ansicht, dass der Faserstoff ein weiter entwickeltes, reiferes Bildungsproduct als der Eiweissstoff ist, hat man angeführt: in den Eiern findet sich kein Faserstoff; der Faserstoff zeigt die grösste Neigung, in feste Bildungen überzugehen; er enthält mehr Sauerstoff und ist deshalb mehr zur Zersetzung und Ausscheidung vorbereitet. Als Zwischenstufen zwischen dem Faser- und Eistoff lassen sich vielleicht die von Manchen angenommenen und durch geringe Eigenthümlichkeiten (vorzüglich in der Gerinnung) sich auszeichnenden verschiedenen Faserstoffarten (wie das Fibrin junger Thiere, das Pseudofibrin, der Faserstoff des venösen und arteriellen Blutes, der Entzündungshaut u. s. w.) denken. Der Ursprung des Faserstoffs im Körper wäre sonach aus dem Albumin herzuleiten, doch könnte das Fibrin als solches auch durch animalische und vegetabilische Nahrung (Getreide) zugeführt werden.

Aufgelöst erhält sich der Faserstoff nur unter dem Einflusse der Lebensthätigkeit; er gerinnt, sobald er aus dem Organismus entfernt wird; doch kann seine Gerinnung durch verdünnte Lösungen von schwefel-, salz-, salpeter-, essig- und kohlensauren Alkalien und Essigsäure sehr verlangsamt, ja durch concentrirte Lösungen derselben völlig verhindert werden. Bei der künstlichen Gerinnung setzt sich der Faserstoff in nicht zusammenhängenden Kügelchen ab, bei der freiwilligen dagegen bildet sich ein anfangs durchsichtiges, hernach sich trübendes, fest zusammenhängendes Coagulum. — Der geronnene Faserstoff verhält sich wie geronnenes Eiweiss, erscheint im feuchten Zustande als eine undurchsichtige, gelbliche oder schmutzigweisse, faserige und elastische Masse, getrocknet ist er hart, spröde, faserig, gelblich, geschmack- und geruchlos, in Wasser, Alkohol und Aether unauflöslich, im Wasser quillt er wieder auf und wird weich und biegsam; durch Kochen in Wasser wird er wie das Protein zersetzt, ohne Leim zu geben, doch wird er anfangs hart, was beim geronnenen Eiweiss nicht ist. Er geht mit Säuren lösliche und unlösliche Verbindungen ein, in denen er die Rolle einer Base spielt, doch kann er sich auch, einer Säure ähnlich, mit Basen (Fibrate) verbinden. Aus der sauren Lösung wird er durch Kaliumeisencyanür und Kaliumeisencyanid, Mineralsäuren und Gerbsäure gefällt, die letztere Säure, sowie Metalloxyde, bilden mit ihm eine harte, nicht mehr faulende Masse. Der merkwürdigste chemische Unterschied zwischen geronnenem Fibrin und Albumin ist der, dass ersteres, in feuchtem Zustande mit Wasserstoffsuperoxyd übergossen, aus demselben Sauerstoff entwickelt und das Superoxyd in Wasser verwandelt, ohne sich dabei selbst zu verändern, was das Albumin nicht thut. Ferner werden noch als Hauptunterschiede dieser beiden Stoffe angeführt: die ungleichen Quantitäten extractartiger Materien, die aus beiden durch anhaltendes Kochen gewonnen werden, die Färbung durch Salzsäure, welche beim Fibrin indigoblau, beim Albumin violett erscheint *(Mulder)*, die Auflösung in Ammoniak, die im Eiweiss langsamer als im Faserstoff vor sich gehen soll *(Hünefeld)*.

Die Resultate, welche *Fellenberg* und *Valentin* bei ihren Versuchen, über die bei der Consolidation des Faserstoffs stattfindenden Veränderungen der elementar analytischen Bestandtheile desselben, fanden, sind folgende: 1) Durch die exosmotische Strömung des *liquor sanguinis* durch die Gefässwandungen erleidet der Faserstoff des Blutes keine chemische Veränderung, so dass er noch in der Ernährungsflüssigkeit genau derselbe ist. — 2) Dasselbe findet auch statt, wenn er krankhaft ausschwitzt. — 3) Innere Metamorphosen erscheinen erst in ihm, wenn er sich organisirt, hierdurch consolidirt und in festere Gebilde übergeht (und dies sowohl bei der Ernährung, als bei normalen und pathologischen Neubildungen). — 4) Durch diese Consolidation gehen entweder Wasserstoff, oder Wasserelemente, oder Wasser und freier Wasserstoff vom Faserstoff ab, während sich die Atome von Stickstoff und Kohlenstoff nicht wesentlich ändern. — 5) Daher enthält der Blutfaserstoff im Verhältnisse zum Muskelfaserstoffe u. s. f. mehr Wasserstoff mit oder ohne Wasserelemente. — 6) Bei der Consolidation des Faserstoffs scheint es zuerst der Wasserstoff zu sein, der davon geht. Daher seine Differenz immer am grössten ist und er bald allein existirt, oder mit dem Verluste von so viel Sauerstoff sich verbindet, dass eine Differenz von Wasserelementen oder Wasserstoff noch im Ueberschuss daraus resultirt. — 7) Diese bei der Consolidation des Faserstoffs frei werdende Menge Wasserstoffs, mit oder ohne Wasser, erklärt die grössere Wassermenge des venösen Blutes. — 8) Der Consolidationsprocess des Faserstoffs zur Bildung

embryonaler Organe ist weniger intensiv, als der, welcher bei entzündlichen Neigungen und Ausschwitzungen des Erwachsenen stattfindet. Eben so haben auch weniger consolidirte Muskeln des Erwachsenen mehr Wasser. — 9) Flüssige faserstoffhaltige Exsudate, welche mit den fauligen Fäcalmassen des Colon in anhaltende Berührung kommen, nehmen Ammoniak auf und verlieren Sauerstoff. — 10) Die Fibrine des flüssigen Exsudates hat mehr Asche als die des festen.

Der Faserstoff gerinnt der gewöhnlichen Annahme gemäss zu einer homogenen, zusammenhängenden Masse, in der sich unter dem Mikroskope ausser den eingeschlossenen feinen Körnchen (Fettpartikelchen) keine andere Form erkennen lässt. Ausserdem schlägt er sich aber auch, dem Eiweiss ähnlich, in feinkörnigen Flocken zu Boden, und da ferner die Lymph-, Chylus- und Eiterkügelchen aus diesem Stoffe bestehen, so kommt auch noch die Kugelform als dritte Gestaltung, die der Faserstoff anzunehmen im Stande ist, hinzu. *Nasse* hat nun auch noch eine 4. Form entdeckt, in welcher der geronnene Faserstoff und zwar sehr gewöhnlich vorkommt, es ist die der Schollen oder Blättchen, welche zunächst länglichrund sind, durch Umrollen ihrer Ränder aber länglich 4eckig oder 3eckig, walzenförmig, sphärisch u. s. f. werden können. Durch Quetschen und Reiben vereinigen sich diese Schollen zu den Fasern, von denen die Fibrine ihren Namen hat; die Fasern sind also Kunstproducte, nicht aber die Scheibchen; letztere bilden vielmehr eine eigenthümliche Gerinnungsform des Faserstoffs und es existirt demnach eine Urform der Bildung, die sich nicht, wie sonst alle Blättchen der thierischen und pflanzlichen Gewebe, aus einer Kugelform entwickelt. Die Faserstoffschollen kommen auch im Eiter vor (vorzüglich bei der Vernarbung) und können leicht mit Epitheliumzellen verwechselt werden, von denen sie sich aber dadurch unterscheiden, dass sie keinen Zellenkern zeigen und sehr rasch durch Gerinnung entstehen. — *Virchow* (nach welchem man bis jetzt nur einen chemisch unterscheidbaren Faserstoff kennt und sich alle scheinbaren chemischen Differenzen von Faserstoffarten nur auf mechanische Differenzen der Gerinnung, d. h. auf grössere oder geringere Cohäsion der unlöslich gewordenen Faserstoffmoleküle, zurückführen lassen) betrachtet die Gerinnungsfähigkeit des Fibrins (das einzige Criterium, woran wir den Faserstoff von andern Proteinsubstanzen unterscheiden können) als hervorgehend aus der bestimmten chemischen Constitution desselben, und die Gerinnung als ein ganz mechanisches Phänomen, welches mit den Lebenserscheinungen nicht das Geringste zu thun hat. Die Gerinnung ist das Uebergehen des Faserstoffs aus der flüssigen Form durch die gallertartige in die feste, ein Vorgang, der auch bei unorganischen Körpern (geglühter Kieselsäure) vorkommen kann. Hierbei zeigen sich folgende Erscheinungen: die vollkommen unsichtbaren Moleküle des Fibrins treten zu einer durchaus gleichmässigen, zitternden Gallerte zusammen, in der nirgends Höhlen oder Räume sichtbar sind, wo vielmehr die Flüssigkeitsmoleküle vollkommen gleichmässig zwischen den Faserstoffmolekulen zerstreut sind. Die Faserstoffmoleküle treten nach und nach enger zusammen, treiben die zwischen ihnen liegenden Flüssigkeitsmoleküle mehr oder weniger aus und lagern sich allmälig so eng an einander, als die von ihnen umschlossenen Körperchen es zulassen. Es entstehen dabei weder Höhlen, noch Zellen, weder Fasern, noch Membranen. Der geronnene Faserstoff ist ausgezeichnet durch seine Elasticität (d. h. die Möglichkeit einer Verschiebung und Lockerung seiner Moleküle in gewissen Gränzen, ohne dass eine Trennung eintritt, verbunden mit der Fähigkeit, den frühern Cohäsionsgrad wieder einzunehmen). Von der Elasticität dependirt die Neigung des Faserstoffs, sich an den Rändern einzurollen, sich zu dehnbaren Fäden und Häuten ausziehen, und bei starker Zerrung in netzartige Combinationen umbilden zu lassen. Was die Faserstoffschollen betrifft, so kommen sie am häufigsten da vor (und zwar in allen Grössen und Formen), wo die vollkommene Zusammenziehung des Gerinnsels zu einer elastischen Masse gehindert, oder wo durch chemische Umänderung oder mechanische Einwirkung die elastische Masse wieder getrocknet wird. Die Schollen sind aber nur Stücke geronnenen Faserstoffs, deren Zeichnung durch die sich bildenden Falten, und deren platte Form entweder durch das Zertrümmern membranartiger und concentrisch geschichteter Gerinnsel, oder durch den Druck des Deckglases bedingt wird. Ueberhaupt ist der zerfallende Faserstoff die mannichfaltigsten Formen einzugehen fähig; das Zerfallen des Faserstoffs beruht aber auf dem physikalischen Grunde einer geringen Cohäsion zwischen seinen Molekülen, und kommt hauptsächlich durch Fäulniss zu Stande. — Nach seinem Ursprunge bezeichnet man Blut- (Extravasat-) und Exsudations-Faserstoff.

[NB. Weiteres über den Faserstoff s. später bei Blut und bei Entzündung.]

4) **Casein**, *Käsestoff*, besteht nach der ältern Analyse *Mulder's* aus 10 Atomen Protein und 1 Atom Schwefel (keinem Phosphor), nach der neuern aus Protein und Sulphamid (1,8). Er findet sich aufgelöst am reichlichsten in der Milch aller Säugethiere und in der Frauenmilch, wo er zu Anfange des Säugens sparsamer als später vorkommt; ferner findet er sich noch im Blute (wo er nach *Simon* mit Hämatin die Blutkörperchen bildet und Blutcasein oder Globulin genannt wird), Speichel, in der Galle, dem pancreatischen Safte, nach *Simon* auch in der Linse *(Crystallin)*, im Eiter und Tuberkelstoffe. Schon *Raspail* und *Donné* vermutheten, dass die in der Milch schwebenden Butterkügelchen mit einer Hülle umgeben seien und diese aus coagulirtem Käsestoffe bestehe; *Simon* und *Henle* bestätigten dies. — Der Käsestoff liefert dem kindlichen Körper nicht blos das Material, aus dem die weichen Theile desselben ernährt werden, sondern er führt zugleich eine mehr als hinreichende Menge Knochenerde (phosphorsauren Kalk) mit sich, um dem Skelet des

Kindes allmälig die nöthige Festigkeit zu geben. Aus dem Casein bildet sich vielleicht erst das Globulin? *Schübler* trennte vom Casein noch den Zieger, der aber nach *Berzelius* eine Verbindung von coagulirtem Casein mit Essigsäure ist.

Das Casein hat grosse Aehnlichkeit mit dem Eiweiss- und Faserstoffe, und auch darin, dass es wie diese gerinnt, d. h. ohne Veränderung einer Zusammensetzung sich so umwandelt, dass es in Wasser nicht mehr löslich ist. Es ist in der wässerigen Lösung eine gelbliche, schleimige Flüssigkeit, die beim Abdampfen nach Milch riecht und sich mit einer weissen Haut von unlöslichem Käsestoffe bedeckt, die sich abziehen lässt, dann aber immer von neuem entsteht (es gerinnt also nicht auf die Art, wie das Eiweiss bei der Hitze). Der getrocknete lösliche Käsestoff stellt eine bernsteingelbe, leicht zerreibliche Masse, ohne Geruch und mit fadem, schleimigem Geschmacke dar, welche Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und sich in Wasser löst. Durch Kochen wird der Käsestoff aus seinen Lösungen nicht coagulirt; Säuren (besonders Gerbsäure, auch Essig- und Milchsäure, die Eiweiss nicht fällen) schlagen denselben aus der wässerigen Lösung nieder und verbinden sich damit, versetzen denselben aber nicht in den coagulirtenZustand; denn, neutralisirt man mit Alkalien, so wird das Casein unverändert wieder aufgelöst. Zu Säuren, Basen und Salzen verhält sich Casein fast wie Albumin. Durch den Labmagen junger Thiere (Kälbermagen und den kleiner Kinder) coagulirt der Käsestoff aus der Milch (nicht das reine Casein nach *Simon*); wie dies geschieht, ist noch unbekannt, vielleicht durch Verwandlung des Milchzuckers der Milch in Milchsäure. Das geronnene Casein (welches getrocknet und mit Butter verunreinigt den Käse bildet) ist hart, gelblich, durchscheinend, erweicht im Wasser und quillt auf, löst sich aber weder in diesem noch in Alkohol. — Das Casein der Frauenmilch wird durch verdünnte Schwefel-, Milch- und Chlorwasserstoffsäure wenig oder auch gar nicht gefällt, während dies bei dem der Kuhmilch der Fall ist.

5) **Globulin** (**Blutcasein** nach *Fr. Simon*, **Albumin** mit den Hüllen und Kernen der Blutkörperchen verunreinigt, nach *Henle*), besteht nach der alten *Mulder*'schen Analyse aus 15 Atomen Protein und 1 Atom Schwefel (nicht Phosphor), nach der neuern aus Protein und Sulphamid (2,4). Es findet sich in den Zellen der Krystalllinse (*Crystallin*) in sehr concentrirter Lösung; im **Blute** macht es einen Hauptbestandtheil (mehr noch als Eiweiss) aus, indem es mit dem Hämatin und an Alkalien gebunden die feste Rinde der Blutkörperchen bildet (nach Einigen auch die Kerne). Es macht im Blute gesunder Personen im Mittel etwas über die Hälfte der festen Bestandtheile, im Alter und in acuten Krankheiten weniger, bei jungen Personen etwas mehr aus. Es gerinnt wie die frühern Proteinverbindungen, scheint aber gleich dem Eiweiss nur im löslichen Zustande im Thierkörper vorzukommen; im Blute ist es zwar nicht aufgelöst, sondern durch das kochsalzhaltige Serum im unaufgelösten Zustande gehalten, doch aber immer in löslichem Zustande. Wahrscheinlich wird das Globulin der Blutkörperchen mit zur Ernährung verwendet, und vielleicht bei seiner Ablagerung durch die freie Säure des Parenchyms der Gewebe unlöslich gemacht.

Das Globulin stimmt in seinen physischen und chemischen Eigenschaften fast ganz mit andern löslichen Proteinverbindungen überein, so dass man es auch für Albumin angesehen hat oder für eine Modification des Caseins. Vom Faserstoff unterscheidet es sich dadurch, dass es nicht freiwillig gerinnt, und vom Eiweiss dadurch, dass die concentrirte Auflösung beim Erhitzen nicht zu einer zusammenhängenden Masse gesteht, sondern körnig wird, wie geronnener Faserstoff, aber farblos bleibt.

6) **Hämatin**, *Blutfarbstoff* ($C_{44} H_{22} N_3 O_6 Fe$), bildet mit dem Globulin (welche beide Stoffe zusammen *Berzelius* Blutroth, *Simon* aber Hämatoglobulin nennt) die Rinde der Blutkörperchen und ist das färbende Princip des Blutes. Es enthält Eisen, und zwar aller Wahrscheinlichkeit nach im metallischen, nicht oxydirten Zustande (s. Blut), welches jedenfalls die Quelle der Eisenoxyde in den verschiedenen thierischen Flüssigkeiten ist. Nach *Berzelius* enthält die Rinde der Blutkörperchen 19 Theile Globulin und 1 Theil Hämatin, nach Andern macht aber das Hämatin den 32sten Theil des Blutroths aus.

Das Hämatin soll, obschon es keine Proteinverbindung ist, doch in löslichem und unlöslichem oder coagulirtem Zustande auftreten. Im löslichen Zustande findet es sich nur mit Globulin verbunden, isolirt hat man es bis jetzt nur im geronnenen Zustande erhalten. Es stellt eine bräunlichschwarze, schwach metallglänzende, geruch- und geschmacklose Masse dar; unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether; nach *Mulder* in fetten und ätherischen Oelen in der Wärme etwas löslich. Es wird sehr leicht von schwach mit Schwefel- oder Salzsäure versetztem Alkohol aufgelöst; diese Säuren allein lösen es nicht auf, sondern entziehen ihm nur Eisen. Chlor löst alles Eisen des Hämatins als Eisenchlorid auf und es scheiden sich weisse Flocken ab, die in Alkohol und Aether,

nicht in Wasser, löslich sind. Alkalien, selbst in sehr verdünnter Wasser- oder Alkohollösung, lösen das Hämatin fast in jedem Verhältnisse auf. In dem Eisenoxyd der Asche kommt auch etwas Manganoxyd vor; nach *Wurzer* macht es sogar ⅓ des Eisenoxyds aus.

7) **Creatin**, aus dem wässerigen Fleischextracte durch kochenden Alkohol erhalten, stellt nach *Liebig* farblose Krystalle von starkem Glanze dar, welche dem klinorhombischen Systeme angehören (dem Bleizucker ähnlich). Seine Zusammensetzung ist $C_8 N_3 H_9 O_4 + 2HO$; es löst sich leicht in siedendem Wasser auf, die wässerige kalte Lösung ist bitter und kratzend; es hat durchaus keinen basischen Charakter; starke Mineralsäuren verändern das Creatin; eine Lösung desselben mit Salz-, Salpeter- oder Phosphorsäure erhitzt, gibt beim Abdampfen Krystalle, die aus einer Verbindung der Säure mit einem neuen Körper, dem **Creatinin** ($C_8 N_3 H_7 O_2$), bestehen, der seinen Eigenschaften nach ein wahres organisches Alkali ist. [Creatin und Creatinin sind auch im Harn gefunden worden.] Beim Behandeln des Creatins mit Aetzbaryt wird es in Sarcosin und Harnstoff zerlegt.

Sarcosin, eine neue organische Base, wird durch Zusatz von krystallisirtem Barythydrate zu einer kochend gesättigten Lösung des Creatins und durch Kochen derselben erhalten. Die Krystalle des Sarcosins sind gerade rhombische Säulen, farblos, leicht in Wasser, schwer in Alkohol löslich, unlöslich in Aether, aus $C_6 NH_7 O_4$ bestehend, von süsslich metallischem Geschmacke.

Inosinsäure ($C_{10} N_2 H_7 O_{11}$). Wenn man die Mutterlauge der Fleischflüssigkeit, aus welcher alles Kreatin herauskrystallisirte, mit Alkohol versetzt, so setzen sich aus dieser Mischung nach einigen Tagen verschiedenartige Krystalle ab, deren Hauptbestandtheil ein Kali- oder Barytsalz einer neuen Säure, der Inosinsäure (von ἴς, ἰνός, Muskel) ist. Diese Säure reagirt stark sauer und ist von angenehm fleischbrühartigem Geschmack. (Weiteres s. bei Muskelgewebe.)

8) **Thierleim, Gallerte,** *Gluten*. Diese Substanz bildet die Grundlage vieler thierischen Gewebe, findet sich aber als solche nicht schon gebildet im thierischen Körper vor, sondern erzeugt sich erst aus gewissen thierischen Stoffen (deshalb leimgebende genannt) durch längere Behandlung mit kochendem Wasser. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie im kalten Wasser unlöslich ist, aber dadurch anschwillt und sehr durchscheinend wird, sich in heissem Wasser auflöst, aber beim Erkalten als eine durchscheinende schlüpfrige Masse sich wieder ausscheidet, und aus den verdünntesten Auflösungen durch Chlor, Gerbsäure und mehrere Metall- und Erdsalze gefällt wird. Bei der Umwandlung der leimgebenden Substanzen in Leim findet keine Gasentwickelung und keine Aufnahme von Stoffen aus der Luft statt; durch verdünnte Säuren wird die Leimbildung beschleunigt. Sehr viel Aehnlichkeit hat der Thierleim mit dem Stärkemehlgummi, *Dextrin*, in welches sich nur nach längerem Erwärmen das Stärkemehl auflöst; so dass es nicht unwahrscheinlich ist, dass sich aus diesem Pflanzenstoffe der thierische bildet, auf ähnliche Weise wie das Protein aus dem Pflanzeneiweisse. Es gibt (nach *Müller*) folgende 2 Arten von Leim:

a. Colla, Glutin, Knochenleim ($C_{40} H_{62} N_{12} O_{15} = Pr. + N_2 + O_3$), wird erlangt durch Kochen aller aus Zellgewebe gebildeten Theile (der Häute, Sehnen, Bänder, Zwischengelenkknorpel u. s. w.), der knorpligen Grundlage der Knochen, die nach Entfernung der Kalkerde zurückbleibt, und der permanenten Knorpel, aber nur sobald diese krankhaft verknöchert sind.

Der Knochenleim stellt im reinen trocknen Zustande eine harte, spröde, durchsichtige, hornartige Masse ohne Geruch und Geschmack dar, in Alkohol, Aether und Oelen unlöslich, löslich in Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren, besonders warmen; die sauren und neutralen Lösungen werden durch Kaliumeisencyanür nicht niedergeschlagen und gelatiniren nicht beim Erkalten. Die Gerbsäure schlägt den Leim vollständig nieder und bildet damit eine weisse, käseartige, unlösliche, nicht faulende Verbindung; die übrigen Säuren und Alkalien bringen aus den wässerigen Lösungen keinen Niederschlag hervor, unter den Erd- und Metallsalzen wird Glutin nur durch Quecksilberchlorid, Platinchlorid und schwefelsaures Platinoxyd gefällt. Es geht sehr schnell in Fäulniss über.

b. *Chondrin, Knorpelleim* ($C_{40}H_{62}N_{10}O_{17} = Pr. + O_5$), erhält man durch Kochen der permanenten Knorpel, der Knochen vor der Verknöcherung und der Cornea. Diese chondringebenden Gewebe nützen dem Körper besonders durch ihre physischen Eigenschaften, namentlich ihre Elasticität.

Das Chondrin stimmt mit dem Glutin bis auf sein Verhalten gegen Säuren und die meisten Metallsalze ganz überein. Es wird nämlich aus seiner Lösung durch Essigsäure und die meisten andern Säuren niedergeschlagen; der Niederschlag durch Essigsäure löst sich selbst in concentrirter Essigsäure nicht auf, der der andern Säuren löst sich aber schon in einem geringen Ueberschusse von Säure. Auch Alaun, Eisen- und Kupfervitriol, neutrales und basisch essigsaures Bleioxyd, schwefelsaures Eisenoxyd, salpetersaures Silberoxyd und Quecksilberoxydul bewirken starke Fällungen. Die Niederschläge sind in kaltem und heissem Wasser unlöslich. Erhitzt man Glutin mit Schwefelsäure, so bilden sich neben andern Zersetzungsproducten Leucin und Leimzucker.

c. *Leim des elastischen Gewebes*, hat mehr Aehnlichkeit mit dem Chondrin als mit Glutin; seine Lösung wird von essigsaurem Bleioxyd und Essigsäure getrübt, von Alaun und schwefelsaurer Thonerde gefällt, von schwefelsaurem Eisenoxyd kaum getrübt.

d. *Pyin, Eiterstoff* (s. bei Schleim und Schleimhaut). Dieselbe Substanz, die im erwachsenen Körper Leim gibt, wird in früheren Entwickelungsperioden durch Kochen in Pyin verwandelt, und es scheint also die leimgebende Substanz sich aus der Pyin gebenden herauszubilden.

9) **Fette**, *pinguedines*, kommen fast in allen thierischen Theilen und sehr vielen Flüssigkeiten vor, und zwar theils frei (im Zellgewebe), welches Fett nach *Béclard* ungefähr den 20sten Theil des ganzen Körpergewichts betragen soll, theils gebunden (wie in Sehnen, Nägeln, Gehirn, Blut, Chylus, Galle, Speichel, Ohrenschmalz, Hautschmiere, Milch, Eiter). Es sind stickstofflose (bis auf einige eigenthümliche Fette im Gehirne und Blute, die auch Stickstoff, Schwefel und Phosphor enthalten), in Wasser unlösliche, in heissem Alkohol und Aether lösliche Materien, von sehr verschiedener Zusammensetzung (aber wahrscheinlich mit gemeinschaftlichem Radicale), welche durch starkes Abkühlen, vorzüglich der alkoholischen Lösung, in weissen Schuppen von eignem Glanze erhalten werden, völlig rein meist farblos, ohne Geruch und Geschmack und durchscheinend sind, auf dem Wasser schwimmen, Papier und Leinen durchscheinend machen, Electricität und Wärme schlecht leiten, grösstentheils unter dem Siedepunkte des Wassers schmelzen, in stärkerer Hitze unter leuchtender Flamme verbrennen und meist an der Luft ranzig und sauer werden, indem sie viel Sauerstoff absorbiren. Durch concentrirte Mineralsäuren werden sie umgewandelt, meist in Fettsäuren. Die meisten Thierfette sind bei gewöhnlicher Temperatur weich und schmierig, mehrere fest und wachsartig, einige auch flüssig. Einige von ihnen (verseifbare Fette) werden durch starke Basen (ätzende Alkalien und Bleioxyd) zerlegt und zerfallen durch dieselben in Glycerin oder Oelzucker und Fettsäuren; letztere bilden dann mit dem Alkali die Seifen und mit dem Bleioxyd Pflaster. Andere lassen sich so nicht zerlegen und heissen unverseifbare. — Es lassen sich entweder 2 oder 3 Arten von Fetten von einander unterscheiden, nämlich: verseifbare und unverseifbare; oder: feste, krystallinische (Cholestearine, Cerebrine und Seroline), welche in der Blutmasse fein vertheilt sind und durch Eiweiss in Suspension erhalten werden; saure Fette (Olein-, Margarin- und eine flüchtige Fettsäure), welche verseift in der Blutmasse vertheilt sind; und phosphor- und stickstoffhaltige Fette, sollen von den Blutkörperchen eingeschlossen sein.

a. *Verseifbare, eigentliche Fette;* sie sind wie Salze gebildet, d. h. sie sind aus einer Säure (Fettsäuren) und einer Basis zusammengesetzt; letztere ist das sich beim Verseifen ausscheidende *Glycerin*, Oelzucker, *Scheele*'sches Süss (ein farbloser Syrup von angenehm süssem Geschmacke). Die Säuren und Basen selbst sind wieder Oxyde von zusammengesetzten Radicalen, wahrscheinlich von Kohlenwasserstoffverbindungen.

a) Zellgewebfett, ist im menschlichen Körper am allgemeinsten verbreitet und wie man nach dem Tode findet, dem Zellgewebe in Form von polyedrischen oder sphärischen Körnchen eingestreut, die eine feste Hülle und einen flüssigen Kern zu haben scheinen; während es im Leben durch die thierische Wärme im halbflüssigen, schmierigen oder öligen Zustande erhalten wird. Grössere Fettanhäufungen kommen vor: in der Augenhöhle, am Herzen, zwischen den Gesichtsmuskeln, unter der Lederhaut (als *panniculus adiposus*), im Netze, um die Nieren *(capsula adiposa renum)*, in den Knochen (als Knochenmark), in den Gelenkhöhlen (als *glandulae Haversianae*), an den weiblichen Brüsten und Geschlechtstheilen. Aus diesem Fette hat man bis jetzt bei Säugethieren 3 verschiedene Fettmaterien ausgeschieden, nämlich: das feste, wachsartige Stearin, Talgstoff, das ebenfalls feste, aber leichter schmelzbare Margarin, und das ölartige Elain, Oelstoff. Diese Fettarten sind dann aus Glycerin und Stearinsäure, Margarin- und Elainsäure componirt, doch nach *Pelouze* und *Fremy* so, dass nicht blos eine dieser Säuren sich damit verbindet. Das Menschenfett besteht nur aus Margarin und Elain, das der pflanzenfressenden Thiere enthält auch noch Stearin. Das Zellgewebfett ist deshalb beim Menschen und den fleischfressenden Thieren meist weich, schmierig und butterartig, dagegen bei den pflanzenfressenden fester, härter und mehr wachsartig.

b) Butyrin, Butterfett, bildet mit Margarin, Stearin, Elain, Caprin- und Capronfett (Glycerin mit Caprin- und Capronsäure) die Butter und wird aus der Milch, aber nur in sehr geringer Menge, gewonnen. Dieses Fett selbst ist bis jetzt in andern thierischen Bestandtheilen nicht nachgewiesen worden, wohl aber die Buttersäure, welche sich im Harne und wahrscheinlich auch im Blute, nach *Berzelius* auch im Schweisse der Genitalien findet.

c) Fett des Ohrenschmalzes, von *Berzelius* gefunden, ist weich, weiss, undurchsichtig und gibt eine höchst übelriechende Seife.

b. *Nicht verseifbare Fette*, sind, nach unsern jetzigen Kenntnissen darüber, nicht wie die verseifbaren zusammengesetzte, sondern einfache, den organischen Säuren oder Basen ähnliche Körper. Sie finden sich theils im Blute selbst, theils werden sie von demselben abgesetzt. Alle Proteinverbindungen, die man aus thierischen Flüssigkeiten darstellt, enthalten einen Antheil Fett; im Chylus und in der Milch ist es von Zellen, in Form kleiner Bläschen eingeschlossen, im Eiter scheint es die Kerne der Eiterkörperchen zu bilden.

a) Fette des Blutes, sind noch nicht genau untersucht, und entweder gar nicht verseifbar, oder bereits verseifte, d. h. Fettsäuren; fast jeder Bestandtheil des Blutes scheint von einer eigenthümlichen Fettart begleitet zu sein, die innig mit demselben vereinigt (gebunden) ist. Man hat folgende Fettarten gefunden:

Fett des Fibrin *(Berzelius)*, soll Stickstoff enthalten, und zum Theil aus einem sauren fettsauren Alkali bestehen.

Fette im Serum, hauptsächlich mit dem Albumin vereinigt, sind: Margarin- und Oelsäure *(Lecanu)*, Serolin *(Boudet)* und Cholesterin.

Fett des Globulin, ein phosphorhaltiges krystallinisches Fett.

b) Gallenfett, Cholesterin, ist bis jetzt nachgewiesen worden: in der Galle und den Gallensteinen, dem Blute, dem Nervenmarke, der *vernix caseosa*, und in verschiedenen pathologischen Erzeugnissen. Mit Salpetersäure gekocht bildet es Cholesterinsäure.

c) Hirnfette, sind phosphorhaltig; *Kühn* unterschied zuerst 3 Arten, nämlich: das flüssige, ölartige Hirnelain, das krystallinisch-blättrige Cerebrin, und das pulverförmige, wachsartige Myelokonis. — *Couërbe* nimmt 4 Hirnfettarten an: Cerebrot, dem Myelokonis entsprechend und nicht verseifbar; Cephalot, welches mehr Sauerstoff als das vorige enthält und sich verseifen lässt; Stearokonnot, unverseifbar; Cerebrol (Eleencephol), ölartig und röthlich, nicht verseifbar. — Nach *Fremy* sind jene Fette nur Natronseifen zweier neuen Fettsäuren (Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure), einer festen und einer flüssigen; der Schwefel gehört dem Eiweiss des Gehirns an und nur das Cholesterin ist als eigentliches Fett im Gehirne vorhanden (s. Gehirnsubstanz).

Fett der menschlichen Haare, von *Vauquelin* gefunden, ist ölartig, gefärbt und schwefelhaltig.

Fette im Schweisse, Stearerin und Elaerin, schwefel- und stickstofffrei, nicht verseifbar; von *Chevreul* entdeckt. Dagegen gibt es nach *Vauquelin* und *Lehmann* im Schweisse ein verseifbares Fett.

Nutzen des Fettes. Das Fett nützt dem Körper sowohl durch seine physischen wie chemischen Eigenschaften. *a)* Zunächst bewirkt es wegen seines flüssigen Zustandes, dass ein äusserer Druck sich gleichförmig nach allen Richtungen hin verbreitet, wodurch die Heftigkeit des Stosses auf jeden einzelnen kleinen Theil sehr gemindert wird. Für denselben Zweck befinden sich die Haverschen Drüsen in den Gelenken, zum Springen und Fallen sind Fettpolster an den Sitzknorren und Fusssohlen. Es hätte für diesen Zweck jede andere Flüssigkeit gebraucht

werden können, allein das Fett besitzt zugleich eine sehr grosse specifische Leichtigkeit und kann nicht durch die mit seröser Flüssigkeit getränkten Wände der Zellen des Zellgewebes hindurchsickern (s. S. 34 bei Enosmose), was andere wässerige Fluida thun würden. — *b)* Es dient als passives Ausfüllungsmaterial der zwischen den einzelnen Organen und Organentheilchen befindlichen Zwischenräume, wodurch es nicht blos eine schöne Rundung, sondern auch, wegen seiner Eigenschaft, andere Körper geschmeidig zu machen, eine grosse Beweglichkeit zwischen den einzelnen Theilen herstellt. Besonders tritt dieser Nutzen am Herzen und Auge, und in den Knochen deutlich hervor. — *c)* Als Flüssigkeit ist das Fett ein ausserordentlich schlechter Wärmeleiter, hierzu kommt aber als Hauptsache, dass es in einer Menge kleiner von einander getrennter Zellen eingeschlossen und auf diese Art seine Bewegung auf die Zelle beschränkt ist, so dass es also die Wärme auch nicht fortleiten kann, während die Temperatur der Zellen durch die benachbarten Blutgefässe beständig ziemlich hoch erhalten wird. Alle Organe, wo stärkerer Stoffwechsel stattfindet, sind in Fett eingehüllt. — *d)* Man glaubt auch, dass das Fett zum grossen Theile als Nahrungsdepot diene, was besonders daraus hervorgeht, dass es in verzehrenden Krankheiten sehr schnell aufgesogen wird, und dass sich winterschlafende Thiere davon im Schlafe ernähren. Allein das Fett enthält keinen Stickstoff und wir wissen doch, dass alle wichtigen Theile stickstoffhaltig sind und dass das Leben bei stickstofffreier Nahrung nicht lange fortdauern kann. Es dürfte deshalb das Fett wohl nicht als Ersatzmittel für die Nahrung angesehen werden können. — *e)* Da die festen Fette so von Eiweissstoff und Faserstoff eingeschlossen sind, dass sie sich nur schwer von denselben trennen, so werden sie wahrscheinlich mit denselben bei der Ernährung der Theile abgesetzt und bilden das subcutane und interstitielle Fett. Die verseiften sauren Fette können denselben Nutzen gewähren, können aber noch dadurch, dass sie eine Menge Alkali binden, die Quelle für dasselbe abgeben. Der Nutzen der stickstoff- und phosphorhaltigen Fette fällt, da sie sich nicht verseifen lassen und an die Blutkörperchen gebunden sind, mit der Function dieser zusammen und besteht vielleicht darin, dass sie durch Verbrennen im eingeathmeten Sauerstoff die Wärmebildung vermitteln (s. bei thierischer Wärme). — *f)* Nach *Hoffmann* nützt das Fett auch noch dazu, dass es die übeln Einwirkungen des Sauerstoffs auf die Proteinsubstanzen, bei Mangel an solchen Stoffen, mit denen sich der Sauerstoff für gewöhnlich verbindet (Extractivstoffe), verhütet. Es bildet einen Vorrath von leicht umsetzbarer und verbrennlicher Substanz, welche der stattfindenden Oxydation hinlänglichen Stoff bietet, sobald die Organresiduen als Excrete verarbeitet sind, der somit den Sauerstoff zu allen Zeiten im völligen Gleichgewichte erhält. Der Umstand, dass die Mahlzeiten unterbrochen, die Aufnahme des Sauerstoffs beim Athmen dagegen ununterbrochen vor sich geht, scheint die Ursache dieser Rolle des Fettes zu sein. (Der Körper bedarf zum Schutz des bereits organisirten oder des noch zu organisirenden Stoffes gegen die Einwirkung des Sauerstoffs einer Substanz, welche sich leichter mit dem Sauerstoff verbindet, als die Proteinsubstanzen, und dies ist das Fett; s. bei Respiration.) — *g)* Aus *Lehmann's* Untersuchungen über künstliche Verdauung hat sich ergeben, dass ein gewisser Antheil von Fett durchaus nothwendig ist, wenn sich im Magen und Darmkanale die zur Verdauung als unentbehrlich betrachtete Milchsäure aus Amylum oder Zucker bilden soll, indem das Fett gleichsam als Ferment den Anstoss zur milchsauren Gährung gibt. — Den Ursprung des Fettes braucht man nicht in der Lebenskraft zu suchen (d. h. der thierische Organismus erzeugt sich das Fett nicht erst aus seinen Elementen), da durch die Nahrungsmittel genug davon eingeführt wird und das Fett der Vegetabilien nur einer geringen Metamorphose bedarf, um dem thierischen ähnlich zu werden. Doch scheint es, als ob sich auch Proteinsubstanzen in Fett umsetzen könnten.

Ascherson hat neuerlich folgende eigenthümliche Ansicht über die **physiologische Bedeutung des Fettes** aufgestellt. Er fragt zunächst, warum Fettstoffe (in Form einer Emulsion, d. h. in kleinen Tröpfchen von $^1/_{40}$—$^1/_{200}$ Millim. und noch kleiner, die in einer durchsichtigen wässerigen Flüssigkeit suspendirt sind) constant in den Eiern der Thiere und Pflanzen vorkämen (und zwar früher als die für die Bildung des Embryo so wichtigen Zellen) und was wohl der Zweck sein müsse, dass der Keim vielleicht aller Organismen mit einer Substanz ausgestattet sei, die stickstofffrei und nicht gerinnbar, nicht in ihre Structur eingehen zu können scheint, ohne wichtige Veränderungen zu erleiden? und warum die Natur, welche doch mit so vieler Sorgfalt jedem werdenden Geschöpfe seine erste Nahrung bereitet und dabei immer auf die einfachste Weise zu Werke geht, es nicht vorgezogen habe, wenn nämlich die Fettstoffe nur dazu bestimmt sind (was aber nicht glaublich) in Eiweiss- oder Faserstoff oder dergleichen umgewandelt zu werden, diese Stoffe lieber fertig gebildet vom mütterlichen Organismus liefern zu lassen? Um diese Fragen zu beantworten, stellte er Beobachtungen an, als deren Resultat er fand, dass das Oel bei der Bildung der Zellen eine wesentliche Bedingung sei. Bringt man nämlich Eiweissstoff mit einem Tropfen flüssigen Fettes in Berührung, so erfolgt stets eine Gerinnung des Eiweissstoffes in Form einer das Oeltröpfchen umgebenden Membran (welche *Ascherson Haptogenmembran* und die Bildung derselben Hymenogonie nennt) oder die Bildung einer mit einem Oeltröpfchen versehenen Zelle, welche nun ihr Contentum durch Enosmose und Exosmose umändern kann. Solche Zellen nun, auf ganz einfachem physikalischen Wege entstanden, sollen die Elementarkörnchen sein, durch deren weitere Metamorphose sich dann der Embryo hervorbildet (d. Weitere s. später bei Zellenbildung).

10) **Milchsäure**, *acidum lacticum* ($C_6H_5O_5$), welche im Pflanzenreiche fast stets als Zersetzungsproduct auftritt, ist nach *Lehmann* (und neuerlich auch nach *Liebig*) im thierischen Körper sehr verbreitet, denn sie kommt fast in allen Säften und Absonderungen desselben vor, und zwar theils frei, theils an Basen (Natron, Kali, Kalk, Talk, Ammoniak und Harnstoff) gebunden. Die saure Reaction thierischer Flüssigkeiten rührt fast immer von freier Milchsäure her, auch trifft man sie frei fast beständig und häufig im Fleische und Schweisse, im Urin und in der Milch (wo sie sich aber nach neuern Untersuchungen im ganz frischen Zustande der Milch nicht vorzufinden, sondern erst ausserhalb des Organismus sehr bald, wahrscheinlich aus dem Milchzucker, zu bilden scheint). — Die Menge der Milchsäure ist in einzelnen Theilen unter verschiedenen Verhältnissen sehr variabel; sehr vermehrt wird sie in den Excreten bei starken körperlichen Anstrengungen und bei reichlichem Genusse animalischer Nahrungsmittel gefunden. Bei acuten Krankheiten ist sie theils in einzelnen Organen, theils im ganzen Körper oft sehr vermehrt; bisweilen trifft man dann da freie Milchsäure, wo sie sonst nur gebunden vorzukommen pflegt (z. B. bei entzündlichen Affectionen im Speichel, in den Schleimhäuten). Es verschwindet dagegen die freie Milchsäure in den Organen, von welchen sie im gesunden Zustande ausgesondert wird, nur in solchen Krankheiten, wo die Ernährung gehemmt ist.

Die Milchsäure (stickstofffrei) zeichnet sich dadurch aus, und unterscheidet sich von der Essigsäure, mit der man sie früher häufig verwechselte, dass sie durchaus nicht flüchtig ist und auch erwärmt keinen Geruch entwickelt; im concentrirtesten Zustande (doch noch nicht im ganz wasserfreien, in welchem Zustande sie nur in Verbindung mit Basen vorkommt) stellt sie eine klare, farblose, syrupsdicke, sehr scharf saure Flüssigkeit dar, ohne Geruch, in Wasser und Alkohol in jedem Verhältnisse, in Aether nur wenig löslich, den Eiweiss- und Käsestoff sehr schnell gerinnen machend. Sie treibt die Essigsäure aus ihren Verbindungen aus, löst phosphorsauren Kalk schnell auf und wird wahrscheinlich durch diesen in der Milch, im Urin und andern Secreten gelöst erhalten; Eisenchlorid und Zinkoxydhydrat bewirken keine Fällung, wie mit der Essigsäure (s. milchsaure Salze S. 124 und bei Magensaft).

Nutzen der Milchsäure. *Berzelius* hält dieselbe für ein Zersetzungsproduct, welches bei der Ernährung gebildet werde; *Lehmann* will sie aber weder ihres Vorkommens, noch ihrer wahrscheinlichen Entstehung wegen zu den reinen Excretionsproducten gerechnet wissen, denn die Natur benutzt sie zu noch viel zu wichtigen Zwecken. So wie sich nämlich der Chemiker zu seinen Operationen als Lösungsmittel hauptsächlich der stärkern Säuren bedient, so wird von der Natur die Milchsäure in gleicher Absicht verwendet. Durch sie wird nämlich nicht nur die grosse Menge phosphorsauren Kalkes (und anderer Mineralsubstanzen) in Lösung erhalten, welche der Körper gebraucht, sondern sie macht auch neue organische Stoffe durch Auflösung zur Umwandlung und Verarbeitung tauglicher (wie die Löslichkeit

der Proteinverbindungen in Milchsäure beweiset). Sie ist demnach das allgemeinste Lösungsmittel im thierischen Organismus und da die Auflösung nur darum geschieht, um jene Stoffe zur chemischen Action, zur Veränderung und Umwandlung geschickter zu machen, so erscheint die Milchsäure als das wichtigste Hülfsmittel der thierischen Stoffmetamorphose. — Ihr Ursprung ist jedenfalls in der Zersetzung der unbrauchbar gewordenen, auch stickstoffhältigen Materien des Körpers und zwar innerhalb des Capillargefässnetzes zu suchen, weshalb sie auch bei stärkerer Körperanstrengung u. s. w. in grösserer Quantität gefunden wird. *Lehmann* vermuthet, dass alle stickstofffreien Nahrungsmittel (Stärkemehl, Gummi, Zucker) weniger zur eigentlichen Ernährung, als zur Milchsäurebildung verwendet und dass dieselben schon in den ersten Wegen in Milchsäure zersetzt werden. Denn es findet sich im Thierkörper keine Substanz, welche auch nur wahrscheinlicher Weise aus einem solchen stickstofffreien Körper gebildet wäre (s. Milchzucker).

c. **Thierische Extractivstoffe (extractartige Materie)**, werden diejenigen stickstoffhaltigen organischen Verbindungen genannt, welche keine besondern unterscheidenden Merkmale an sich tragen, sich nicht in die Reihen der bisher abgehandelten Stoffe stellen lassen und in thierischen Flüssigkeiten, nachdem aus denselben die Proteinverbindungen theils durch freiwillige Gerinnung, theils durch Coagulation mittels Wärme und anderer geeigneter Mittel niedergeschlagen sind, noch mit einer Anzahl von Salzen (theils in Weingeist lösliche, wie: milchsaures Kali, Natron, Kalk- und Talkerde, Spuren von milchsaurem Ammoniak nebst Chlorkalium und Chlornatrium; theils nur in Wasser lösliche, wie: phosphorsaures Natron und Kalk, vielleicht auch ein schwefelsaures Salz) gelöst zurückbleiben; nach dem Verdunsten aber sich als eine formlose Masse darstellen. — Mit *Lehmann* nehmen wir an, dass jene Extractivstoffe die zur weitern Thätigkeit untauglich gewordenen und wieder in die Säftemasse zurücktretenden Bestandtheile der Gewebe (Mauserungsstoffe, Mauserschlacken nach *Schultz*) sind (weshalb sie sich auch überall, hauptsächlich aber in der Lymphe und dem venösen Blute finden), die mittels des freien Sauerstoffs des Blutes in eine Art Verwesung gebracht und dadurch in excrementitielle Stoffe umgewandelt werden. Dieser Ansicht zufolge sind die Extractivstoffe in Zersetzung begriffene und also äusserst wandelbare Stoffe, welche der Chemiker chemisch zu untersuchen sich ebenso vergeblich bemüht, als wenn er die chemische Natur der Hefe eruiren will. — Nach *Fr. Simon* enthält das, was man unter extractiver Materie begreift, zum Theil die Bestandtheile derjenigen aus dem Blute gebildeten Säfte, welche unmittelbar zur Ersetzung der solideren, in dem Lebensprocess selbst wieder consumirt werdenden Theile des animalischen Körpers dienen, zum Theil aber die in diesem dunklen Stoffwandel metamorphosirten Materien, welche entweder nicht bildungsfähig sind oder als Vehikel nur bedingt zur Bildung beitragen, oder welche in der Oekonomie des animalischen Lebens unbrauchbar geworden sind, und, wieder verflüssigt, dem allgemeinen Kreislaufe zurückgegeben werden.

Schultz nennt den fortwährenden Bildungsprocess, welcher durch den ununterbrochenen Wechsel von Ansetzen junger und Abwerfen alter Theile, von Aneignen der Nahrung und Abstossen des Verbrauchten, von Erneuerung der lebenden Substanz

und von Einschrumpfen des Abgelebten, kurz durch die beständige Wiederholung von Leben und Sterben der einzelnen Theile des Körpers unterhalten wird, **Mauser, Mauserung**, und die sich dabei bildenden unbrauchbaren Stoffe: **Mauserungsstoffe, Mauserschlacken**. — Alle organischen Systeme haben ihre Mauser; die **Blutmauser** besteht darin, dass die in allen Organen während des Bildungsprocesses allmälig verschlechterten und verbrauchten, an Lebensenergie heruntergekommenen, ganz erschlafften, mit abgestorbenem Farbstoffe überladenen und deshalb specifisch schwereren Blutbläschen oder nun Blutmauserschlacken, auf welche keine Lebensreize mehr wirken (das Wasser leicht auflösend) und die nun mehr den physikalischen Gesetzen anheimfallen, sich in der Pfortader (d. i. also die Ausgangspforte für die Blutmauserstoffe) zum Zwecke der Auflösung ansammeln, hier wegen ihrer grossen Schwere sich senken und langsam bewegen, im Plasma aufgelöst und in der Leber als Galle abgesetzt werden. Auch durch die Menstruation und Hämorrhoiden mausert sich das Blut. — Bei der **Nervenmauser** scheint die Schlacke sich zu Harnstoff umzuwandeln, denn Thiere mit wenig Nervenmasse (wie Vögel und Amphibien) bilden keinen Harnstoff. Die Evertebraten haben gar keine Nieren, da ihr Nervensystem zu klein ist, um eines solchen Mauserorgans zu bedürfen. — Die **Muskelmauserproducte** werden durch den Harn und Schweiss abgesetzt und sind sauer (Harnsäure, Milchsäure). — Die **Hautmauser** besteht in Abschuppung der Epidermis und des Epitheliums. — Ohne Mauserung finden keine Regenerationsprocesse statt; Störungen in den Mausern werden auch Störungen des Bildungsprocesses erzeugen; so wie aber auch Begünstigung dieses Mauserprocesses den Bildungsprocess erhöhen kann, denn **Absterben ruft immer neues Leben hervor**. Krankheiten, welche eine recht vollkommene Mauser wichtiger Organe hervorbringen, bringen auch den stockenden Bildungsprocess wieder in frischen Fluss und deshalb fühlt sich der Körper nach einer schweren Krankheit wie neugeboren. Im ruhigen Gange der Gesundheit sammeln sich allmälig Residuen des Mauserungsprocesses überall im Körper an und stören endlich diesen ruhigen Gang. Darum tritt dieser Process zu gewissen Zeiten mehr hervor, wie bei der Zahnungsperiode, Pubertätsentwickelung, Menstruation, Stufenperiode der Lebensalter und selbst in den Uebergängen der Jahreszeiten. (Das Weitere s. bei Stoffwechsel.)

Hinsichtlich seiner **chemischen Eigenschaften** lässt sich der thierische Extractivstoff in 3 aus verschiedenen Materien zusammengesetzte Arten ordnen, nämlich: I. **Wasserextract**, welches im Wasser, nicht im verdünnten Alkohol löslich ist; — II. **Spiritusextract**, in Wasser und Spiritus, nicht im wasserfreien Alkohol löslich; — III. **Alkoholextract**, im Wasser, verdünnten und wasserfreien Alkohol löslich. — Früher fasste man einzelne dieser Stoffe und einzelne Bestandtheile derselben mehr ins Auge und gebrauchte darnach zur Bezeichnung der Extractivstoffe im Allgemeinen die Namen: *Zomidin* (ein Wasserextract, durch essigsaures Bleioxyd fällbar), von *Berzelius* wegen seines starken und kräftigen Geschmacks nach Fleischbrühe so genannt; — *Osmazom*, von *Thénard* gefunden, ein Weingeistextract, welches vorzugsweise den Geruch der Fleischbrühe hatte; — *Creatin*, ein Spiritusextract, wurde von *Chevreul* in krystallinischer Form abgeschieden; — *Ptyalin*, **Speichelstoff**, ist im Sinne von *Tiedemann* und *Gmelin* ein Name für die sämmtlichen Materien des Wasserextractes.

II. Formbestandtheile.

Bei Betrachtung des menschlichen Körpers hinsichtlich seiner Formbestandtheile fallen uns zunächst zwei verschiedenartige Materien auf, die aber eine bestimmte Anordnung und Vertheilung zeigen; es sind **feste** *(solida)* und **flüssige** *(fluida)*, welche letztere entweder **tropfbare** oder **elastische** Flüssigkeiten sind. Diese 3 Arten von Bestandtheilen sind innig unter einander vereinigt, denn alle festen Theile sind von den anhaftenden oder eingeschlossenen Flüssigkeiten durchzogen, an diese sind die luftförmigen Stoffe gebunden und in den flüssigen schweben feste Substanzen als Körnchen. Nur ein Wechselverkehr zwischen diesen Theilen erhält das Leben; so nehmen alle festen Theile ihren Ursprung sowohl, als die zu ihrem Wachsthum und Fortbestehen nöthigen Stoffe aus den flüssigen Theilen, und nach ihrem Absterben kehren sie wieder in die flüssige Form zurück. Alles, was in den Körper ein- oder ausgeführt werden soll, muss vorher

flüssig gemacht werden, und so hängt die Beschaffenheit der flüssigen Theile wieder von den Thätigkeitsäusserungen der festen ab.

A. Gasförmige Bestandtheile.

a) Gase finden sich ganz frei (etwa 150 K. Z.) und in grösserer Menge nur in offenen Höhlen, wie in den Luftwegen der Respirationsorgane (d. s. Mund- und Nasenhöhle, Pharynx und Larynx, Luftröhre und ihre Verzweigungen innerhalb der Lungen bis zu den Luftbläschen), im Darmkanale und im Ohre (Paukenhöhle, Ohrtrompete, *cellulae mastoideae* und äusserer Gehörgang). Diese Gase sind immer gemischte verschiedener Art und ihre Qualität wie Quantität ist einem beständigen Wechsel unterworfen, einem periodischen in den Respirationsorganen und einem mehr zufälligen im Darmkanale. Sie werden entweder von aussen in den Körper gebracht und hier etwas verändert, und sind dann grösstentheils Bestandtheile der atmosphärischen Luft (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure), oder sie werden bei chemischen Processen im Körper erzeugt, wie bei der Verdauung, und sind: Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Wasserstoffgas und vielleicht auch zuweilen Phosphorwasserstoffgas. Diesen Gasarten sind dann stets noch Stickgas aus der atmosphärischen Luft, Wasserdampf und abgedunstete Theile der Faeces beigemengt. — *b)* Gebunden (wie Gasarten in Mineralwässern) kommen Gase in tropfbaren Flüssigkeiten, besonders im Blute, vor, nämlich: Sauerstoffgas, Stickstoffgas und Kohlensäure (im arteriellen Blute mehr Sauerstoff, im venösen mehr Kohlensäure). Chemisch vereinigt theils unter sich, theils mit festen und flüssigen Theilen constituiren die Gase alle Theile des Körpers (s. Mischungsbestandtheile). — *c)* Dünste (wässerige) kommen mit Gasen gemengt an denselben Orten vor, wo sich diese finden.

B. Tropfbarflüssige Bestandtheile (Säfte, *humores*).

Die tropfbarflüssigen Bestandtheile des Körpers, deren Flüssigkeitsgrad vom dunstförmigen bis zum dickflüssigen wechselt und die hinsichtlich ihrer physischen und chemischen Eigenschaften, ihrer Entstehung und physiologischen Bedeutung die grössten Verschiedenheiten unter einander darbieten, machen $^3/_4$ — $^4/_5$ des Körpergewichts aus und finden sich entweder in Höhlen zwischen den festen Theilen eingeschlossen oder auf der innern und äussern Oberfläche des Körpers (d. s. Nahrungs- und Secretionsflüssigkeiten), oder sie durchdringen durch Imbibition die Substanz aller festen Organe, und theilen ihnen nach ihrer verschiedenen Menge und Beschaffenheit die Eigenschaften der Weichheit, Ausdehnbarkeit, Biegsamkeit, Farbe, Durchsichtigkeit, des Volumens und specifischen Gewichts in verschiedenem Grade mit. Den grössten Theil der Säfte constituirt das Wasser, in dem organische und unorganische Stoffe in grösserer oder geringerer Menge gelöst oder in Form verschieden gestalteter Körperchen suspendirt sind. Man kann die Fluida in folgende 3 Klassen ordnen:

1) **Thierisches Wasser**, durchweichende Flüssigkeit, parenchymatöse Urbildungsflüssigkeit *(Carus)*, Blastem, Cytoblastem, ist ein dünnes, serumartiges, hinsichtlich seiner chemischen Natur dem Keimstoffe sehr ähnliches, höchst indifferentes, grösstentheils aus Wasser, Fett und Eiweiss (löslichen Salzen und Extracten) bestehendes Fluidum, welches theils alle Zwischenräume zwischen den verschiedenen Elementartheilen ausfüllt und diese so mit einer wässerigen Atmosphäre umgibt, theils die Substanz aller festen Theile selbst durchdringt und tränkt, diese so in einen Zustand der Aufweichung versetzend. Diese Flüssigkeit ist von der grössten physiologischen Wichtigkeit, denn sie ist die erste Bedingung einer fortwährenden Umbildung der Stoffe und also des Lebens (da ein vollkommen trockner Organismus schlechterdings keiner Umbildung fähig sein würde: *corpora non agunt nisi fluida*); aus ihr schöpfen alle Theile die zu ihrer Bildung und Ernährung nothwendigen Stoffe und in sie lösen sich fast alle (mit Ausnahme mehrerer Stoffe an der äussern und innern Oberfläche des Körpers, wie Haare, Nägel, Epidermis und Epithelium) zur Lebensthätigkeit untauglich gewordenen Bestandtheile der Gewebe wieder auf. Deshalb wird auch diese Bildungsflüssigkeit aus dem Blute fortwährend in ihrer Eigenthümlichkeit neu erzeugt und mittels des Kreislaufs in Folge von Exosmose und Enosmose allen Parenchymen zugeführt, die frühere dagegen durch Lymphgefässe und Venen hinweggeschafft; sie ist also in stetem Wechsel begriffen. Die Urbildungsflüssigkeit ist in grösster Menge im Körper vorhanden, denn da die Gesammtmasse der Flüssigkeit gegen $^4/_5$ des ganzen Körpergewichtes beträgt und das Blut nur $^1/_3$ davon ausmacht, so gehört der grosse Rest dieser Urbildungsflüssigkeit an.

2) **Bildungs- oder Nahrungssäfte**, d. s. solche, welche innerhalb der Röhren des Gefässsystems in beständigem Laufe durch alle Theile des Körpers getrieben werden und hier zur Erneuerung der vorher erwähnten Urbildungsflüssigkeit, also mittelbar zur Bildung sämmtlicher Theile beitragen. Sie führen demnach das Material sowohl zur Ernährung, als auch für die Se- und Excretionen. Die Nahrungssäfte sind entweder roth, d. i. Blut, oder weisslich, d. i. Lymphe und Chylus; erstere (Lymphe) besteht aus dem Ueberschusse von Urbildungsflüssigkeit und aus wieder aufgelösten Gewebtheilen, letzterer ist der aus den Nahrungsmitteln gezogene Nahrungsstoff.

3) **Secretionsflüssigkeiten**, d. s. solche, welche aus dem Blute entweder zu besondern Lebensverrichtungen ausgeschieden und nach Erfüllung ihres Zweckes zum grossen Theil wieder in die Blutmasse aufgenommen werden *(secreta)*, oder welche das Blut, um sich in seiner gehörigen Beschaffenheit zu behaupten, als unbrauchbar absetzt und die grösstentheils sogleich nach ihrer Absetzung, ohne vorher zu irgend einem Behufe verwendet worden zu sein, aus dem Körper entfernt werden *(excreta)*. Man glaubte allgemein, dass sich die eigenthümlichen Bestandtheile dieser Flüssigkeiten erst in den Ausscheidungsorganen aus den Elementen bildeten, die neuere Chemie sucht aber nachzuweisen, dass dieselben schon gebildet im Blute vorkommen (s. bei Ausscheidungsstoffen S. 127). Die Absetzung dieser Flüssigkeiten geschieht aus dem Blute mittels Ebibition oder Exosmose durch die Haargefässe entweder auf Häuten oder in eigenthümlich gebildeten Organen (Drüsen). Es lassen sich die Secretionsflüssigkeiten eintheilen:

a. **Nach dem Orte ihrer Absetzung**: in *a)* ausgehauchte Flüssigkeiten, die auf Hautflächen ohne Vermittelung eigenthümlicher Organe aus dem Blute abgesetzt werden, und zwar

α) in geschlossenen Höhlen, wie Serum im Zellgewebe und den grössern serösen Blasen, Synovia in den Synovialblasen und Schleimbeuteln, die Flüssigkeiten im Auge, Ohre und Eierstocke, die Amniosflüssigkeit; —

β) auf der äussern und innern freien Oberfläche des Körpers, wie: Haut- und Lungenausdünstung, ein Theil des Schleimes, des Magen- und Darmsaftes. —

b) Drüsensäfte, in den Secretionskanälen der Drüsen abgesetzt und durch Ausführungsgänge sogleich an die Oberfläche des Körpers gebracht oder vorher in einem grössern Behälter gesammelt. Es sind: Galle, Harn, Samen, Milch, Speichel,

Pancreassaft, Thränen, Augenbutter, Ohrenschmalz, Schweiss, Hautschmiere, zum Theil der Schleim und der Magen- und Darmsaft.

b. **Nach ihrer physiologischen Bedeutung:** *a)* Assimilationssäfte, wie Speichel, Magen- und Darmsaft, pancreatischer Saft, Galle. — *b)* Zeugungssäfte: Samen, Saft der Prostata und Cowperschen Drüsen, *liquor folliculi Graafiani*, Milch. — *c)* Flüssigkeiten der Sinnesorgane: *humor aqueus*, *Morgagnii* und *vitreus* im Auge, *Endo*- und *Perilympha* im Ohre, Ohrenschmalz, Thränen, Augenbutter. — *d)* Auswurfsstoffe: Schweiss, Harn, Hautschmiere, Schleim und zum Theil die Galle.

C. Feste Formbestandtheile.

Die festen Theile, denen stets eine bestimmte Gestalt und Lage, und bestimmte physische Eigenschaften zukommen, machen dem Gewichte nach den bei weitem geringern Theil des Körpers aus; sie bilden sich, wie schon gesagt wurde, aus dem Flüssigen heraus und lösen sich zum grössten Theil auch wieder in Flüssigkeit auf. Beim Uebergang aus dem flüssigen Zustande in den festen erscheint die organische Materie, welche früher Urthierstoff, einfachste thierische Substanz, thierische Ursubstanz genannt wurde, zunächst als eine ganz homogene, form- und farblose, durchsichtige, mehr oder weniger flüssige Gallerte (Keimstoff, *Cytoblastema*), und in dieser bilden sich eigenthümliche sehr kleine Körnchen und Bläschen (Elementar- oder Primitivzellen, Kernzellen, *cellulae primitivae nucleatae*), bestehend aus einer feinen Hülle und einem flüssigen, mitunter etwas körnigen Inhalte, in deren Wand ein kleinerer, dunklerer Körper (Zellenkern, Cytoblast, *nucleus*), mit einem oder zwei noch dunklern und fast regelmässig runden Fleckchen (Kernkörperchen, *nucleoli*) versehen, befindlich ist, und durch deren (Zellen nämlich) weitere Fortbildung sodann die verschiedenen Elementartheile entstehen. Die einfachsten Formen der kleinsten Theilchen der Organe (elementare Formbestandtheile, Elementartheile, *partes simplices*) nach vollendeter Entwickelung derselben aus Primitivzellen sind folgende: *a)* Körnchen oder Kügelchen *(granula, globuli)*, von plattrunder, runder oder ovaler Gestalt, ohne eine deutliche mit Flüssigkeit erfüllte Höhle, entweder in Flüssigkeiten schwimmend, oder zwischen andern festern Organentheilchen gelagert, einzeln, zu grössern Körnchen zusammengeballt oder zu perlschnurähnlichen Fäden aufgereiht. — *b)* Zellen, Bläschen *(cellulae, vesiculae)*, hohle Organe von kugliger, ovaler oder eckiger Gestalt, mit einer äussern Hülle, einer Höhle und einem Inhalte, die entweder frei in Flüssigkeiten schwimmen oder in festes Cytoblastem (Intercellularsubstanz) eingebettet sind. — *c)* Fäserchen, Primitivfasern oder -fäden *(fibrillae)*, lange solide Körperchen von cylindrischer, platter oder prismatischer Gestalt. — *d)* Blättchen *(lamellae, laminae)*, aus vielen in einer Fläche an einander liegenden primitiven Zellen oder Fasern, oft in mehrern Schichten über einander gelegt und so Häute *(membranae)* bildend. — *e)* Röhrchen *(tubuli)*, hohle cylindrische Organe, mit einer häutigen Wand und einer mit Flüssigkeit gefüllten, innern Höhlung.

Zwischen der festen Substanz befinden sich eine Menge grösserer und kleinerer Höhlen, die von Flüssigkeiten und feuchtem Dunste theils

angefüllt, theils benetzt sind. Wir theilen sie mit *Weber* in folgende 3 Klassen:

1) **Offene Höhlen**, von welchen die grösseren durch eine Oeffnung an der Oberfläche des Körpers mit der äussern Natur im Zusammenhange stehen, als: die der Athmungs-, Verdauungs-, Geschlechts- und Harnwerkzeuge; die kleineren öffnen sich aber wieder in diese mit einem Ausführungsgange, als: Leber, Pancreas, Speichel- und andere Drüsen. — Diese Höhlen und Gänge werden von einer eigenthümlichen Haut, der Schleimhaut, ausgekleidet, welche durch Absonderung des Schleimes ihre Oberfläche vor dem schädlichen Einflusse der von aussen hinein gelangenden fremdartigen Stoffe schützt. In ihnen finden sich feste, tropfbar flüssige oder luftförmige Stoffe, die entweder von aussen aufgenommen, um, wenn sie dem Körper zuträglich sind, weiter in das Innere desselben befördert zu werden, oder die aus dem Innern des Organismus in sie ausgeschieden worden sind Diese letztern befreien durch ihre Absetzung den Körper (vorzüglich das Blut) von überflüssigen und unbrauchbaren Stoffen und werden entweder sogleich ausgeworfen *(excreta)*, wie Urin, Schweiss u. s. w., oder dienen vorher noch zu irgend einem andern Zwecke *(secreta)*, wie z. B. der Speichel, die Galle, der pancreatische Saft zur Verdauung u. s. w. Hier geschieht also der zwischen dem Körper und der äussern Natur bestehende Austausch von Stoffen, der während des Lebens nicht ins Stocken gerathen darf, da alle Theile des Körpers nur dadurch in ihren Eigenschaften erhalten werden, dass sie in einer beständigen Verwandlung begriffen sind.

2) **Gefässhöhlen**, sind Röhren, ausgekleidet mit einer gemeinschaftlichen Haut (allgemeine Gefässhaut), welche netz- oder baumförmig alle Theile des Körpers, die sogenannten einfachen Gewebe ausgenommen, durchziehen und in sich die im Körper herumfliessenden Nahrungs- oder Bildungsflüssigkeiten enthalten. Sie führen entweder Blut (d. s. Blutgefässe, *vasa sanguifera*) oder eine dem Blute verwandte ungefärbte Flüssigkeit, welche sich auf dem Wege ins Blut befindet, werdendes Blut, Lymphe (d. s. *vasa lymphatica*, Lymphgefässe). Ihre Wände können mittels der Enosmose und Exosmose (s. S. 33) flüssige Stoffe aus- und eintreten lassen. Durch diese Fähigkeit der Aushauchung und Einsaugung wird nun nicht nur der Nahrungsstoff in allen Theilen durch sie abgesetzt und an einigen Stellen wieder neuer aufgenommen, sondern das Blut kann auch selbst während seines Kreislaufs durch den Körper an gewissen Punkten sich von untauglichen und schädlichen Stoffen befreien, reinigen. Die Aufnahme eines neuen Nahrungsstoffes, so wie die Absetzung untauglicher Substanzen geschah, wie wir wissen, in den vorher genannten offenen Höhlen, die Aushauchung der nährenden Flüssigkeit geht nun aber nach den noch zu nennenden geschlossenen Höhlen hin vor sich; es werden also die Gefässhöhlen den Zusammenhang zwischen der 1sten und 3ten Art von Höhlen vermitteln.

3) **Geschlossene Höhlen**, ohne Ein- und Ausgang, nur mittelbar mit den Gefässhöhlen im Zusammenhange, welche hier bald dunstförmige, bald tropfbar flüssige Stoffe, von wässriger, eiweissreicher, oder fettiger und farbestoffhaltiger Natur immer fort absetzen und die früher abgesetzten wieder zurücknehmen. Solche Höhlen werden von dünnen, serösen Häuten gebildet, oder sind blosse Zwischenräume zwischen den Elementartheilchen (Zellen) der festen Substanzen des Körpers (Interglobular- oder Intercellulargänge, elementare Kanäle), wodurch diese zu einer schwammigen, leicht von Flüssigkeiten durchdringbaren Masse werden, zu einem Schwamme voller Säfte.

Durch diese Einrichtung, mittels dieser 3 Arten von Höhlen, wird die Ernährung und beständige Umwandlung der organischen Materie bezweckt, indem zu allen Theilen immerfort neuer Stoff zugeführt und unbrauchbarer hinweggeschafft werden kann. Hierbei muss der auf-

genommene Stoff den Weg von den offenen Höhlen durch die Gefässhöhlen zu den geschlossenen hin und zurückmachen.

Zellenbildung; Genesis der Gewebe.

Dass es ein gemeinsames Entwickelungsprincip für die verschiedensten Elementartheile der Organismen, sowohl der thierischen (s. S. 77) wie pflanzlichen (s. S. 54) gibt, und dass die Zellenbildung dieses Entwickelungsprincip ist, kann nach *Schleiden's*, *Schwann's*, *Valentin's* und *Henle's* Forschungen, an welche sich die vieler anderer Beobachter reihen, nicht mehr bezweifelt werden. Wo immer nämlich eine Neubildung zu Stande kommt, da findet sich ein Körnchen (Elementarkörner) enthaltender Bildungsstoff (Cytoblastem), aus welchem die Zelle auf verschiedene Weise, durch Kern- und Kernkörperchen-Bildung, hervorgeht, und sich dann nach und nach zu Gewebe metamorphosirt.

a. **Elementarkörner, Primitivkörner, Molecularkörperchen**, sind Körnchen von scharfen, rundlichen, bisweilen ovalen Umrissen, von 0,001—0,002''' Dm., und bestehen wahrscheinlich aus einer eiweisshaltigen (durch Essigsäure aufzulösenden) Hülle und einem fettigen Inhalte (der durch Aether ausgezogen werden kann). Diese Elementarkörner sind ohne Zweifel die Grundlage alles animalen Gewebes. Solche Körnchen finden sich in dem Dotter, Colostrum, der Milch, dem Chylus und in plastischen Exsudaten. Sie fliessen entweder zu Kernen oder Kernkörperchen zusammen, eins derselben bildet sich zum Kernkörperchen aus, oder viele derselben legen sich maulbeerartig an einander (Entzündungskugeln), und umgeben sich dann oft auch noch mit einer gemeinschaftlichen Hülle, so dass sie dann eine mit Elementarkörnchen gefüllte Zelle (Körnchenzelle) darstellen.

b. **Cytoblastem, Blastem, Keimstoff der Zellen** (κύτος, Zelle, bildend), ist eine ganz homogene, farblose, durchsichtige, structurlose Substanz von dünnflüssiger, oder dickflüssiger, gallertartiger, oder zäher festweicher Consistenz. In der Regel ist das Cytoblastem flüssig, doch gibt es auch festes; im letztern Falle muss es aber amorph (ohne eine bestimmte organische Gestaltung) sein. Solches festes Cytoblastem bildet der geronnene Faser- und Eiweissstoff. — Das Cytoblastem, was immer aus dem Blutplasma stammt, findet sich, nachdem die ersten Zellen daraus hervorgegangen sind, entweder in den schon vorhandenen Zellen als Zelleninhalt oder zwischen den Zellen in der oder als Intercellularsubstanz. Diese letztere ist entweder in sehr geringer Menge vorhanden, so dass sie zwischen erwachsenen Zellen gar nicht erkannt wird und die Zellen sich berühren (in den sogen. einfachen Geweben), oder sie ist in so grosser Menge da, dass die Zellen zerstreut darin herumliegen (wie in den Knorpeln); sie ist flüssig (Blut, Lymphe), oder fest; letztere entweder wasserhell hyalinisch (im Cylinderepithelium), oder körnig (im Zellgewebe), oder faserig (in den Knorpeln). Hier und da bleiben in der Intercellularsubstanz Aushöhlungen, Räume zwischen den Zellen, welche man Intercellularräume nennt und die, wenn sie klein sind, keine eigene Wand haben, dagegen, bei nur einiger Ausdehnung, sich an ihren Begränzungsflächen mit einer besondern Schicht Zellen belegen, die in Epithelium übergeht. Auf diese Weise entstehen kleinere Räume, Gänge, Kanäle, Höhlen. — Das Cytoblastem ist in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften nach den verschiedenen Organen, in welchen es vorkommt, verschieden; seine Hauptbestandtheile sind aber Proteinstoffe und Fett (phosphorsaurer Kalk?). Meist nimmt seine Quantität mit der Ent-

wickelung der Zellen relativ ab. Das Cytoblastem muss 1) den Nahrungsstoff für die Zellen, und 2) auch wenigstens theilweise Dasjenige enthalten, was von diesem Nahrungsstoffe übrig bleibt, wenn die Zellen das zu ihrem Wachsthume Nothwendige aus ihm ausgezogen haben.

c. Die ausgebildete **Elementarzelle**, primäre Zelle, ist ein mikroskopisches Gebilde, ein rundes oder ovales Bläschen von sehr verschiedener Grösse, an dem man die Zellenmembran, den Zelleninhalt und den Zellenkern mit den Kernkörperchen unterscheidet.

d. Die **Zellenmembran**, Zellenwand, die äussere Hülle der Zelle, scheint ein äusserst zartes, structurloses Häutchen zu sein, ist nicht in allen Zellen deutlich vom Zelleninhalte abgegränzt und nur bisweilen an den doppelten Contouren der Zelle erkennbar; sie ist meist ganz rein und durchsichtig, nur bisweilen trübe und fein granulirt. Die Zellenmembran besteht wahrscheinlich aus Eiweiss und wird, besonders so lange die Zelle noch jung ist und noch keinen Verhornungsprocess eingegangen hat, von Essigsäure (und kaustischem Ammoniak und Kali) aufgelöst (wodurch der Inhalt frei wird).

e. Der **Zelleninhalt** ist meistens flüssig, rein und wasserhell, und deshalb nicht zu erkennen, doch bisweilen auch granulös; im letztern Falle füllen die Granula entweder die ganze Zelle aus, oder häufen sich nur an dieser oder jener Stelle der Zellenhöhle an. Die körnige Masse kann farblos oder gefärbt sein, aus Fett, Kalksalzen, Pigment, Krystallen bestehen.

f. **Zellenkern**, *nucleus, cytoblastus* (nach *Schleiden* s. S. 55), ist ein von *Robert Brown* in den Pflanzenzellen zuerst gesehenes und *areola* genanntes, rundes oder ovales, sphärisches oder meist etwas abgeplattetes Körperchen, von etwa 0,0020—0,0030‴ Dm. (im Mittel) im ausgebildeten Zustande. Der Cytoblast ist in Essigsäure unlöslich (während sich die Zellenmembran darin auflöst), in der Regel dunkel, granulös, doch oft auch gelblich oder wasserhell, entweder solid und gleich einer Himbeere aus einer mehr oder weniger feinkörnigen Masse zusammengesetzt (wo alsdann Kernkörperchen in ihm nicht sichtbar sind), oder hohl. Bei letzterem ist die Membran glatt, structurlos und nie sehr dick, der Inhalt entweder sehr feinkörnig oder wasserhell. Auch scheinen sich später noch grössere Körperchen im Innern hohler Zellenkerne bilden zu können, wie Fetttröpfchen. In den meisten Kernen zeigen sich noch 1 oder 2, seltener 3 oder 4 kleine dunkle Körperchen, und diese sind die Kernkörperchen. — Was die Lage des Cytoblasten betrifft, so wird sie nicht nur verschieden angegeben, sondern scheint auch wirklich verschieden zu sein. Nach *Schleiden* liegt er in den Pflanzen nicht frei in der Höhle der Zelle, sondern in der Zellenwand so eingeschlossen, dass dieselbe mit einer Lamelle aussen, mit einer andern innen über ihn hinweggeht. Bei den Thieren hat er seine Lage in der Regel excentrisch an der Innenfläche der Zellenmembran, doch läuft nach *Schwann* keine Lamelle der Zellenwand über die innere Fläche des Kerns hinweg, sondern dieser ist ganz frei an der innern Fläche der Membran angeklebt und nur zuweilen (an den Fettzellen) ein wenig in die Dicke derselben eingesenkt. In manchen Zellen befindet sich nun aber der Kern im Centrum der Höhle (wie im Cylinder- und Flimmerepithelium, in den Ganglienkugeln); in andern Fällen hat *Henle* auch bestimmt wahrgenommen, dass der Kern nur äusserlich auf der Zelle lag und in einem Grübchen derselben aufgenommen wurde (z. B. an den Zellen des Pigments).

g. **Kernkörperchen**, *nucleoli*, finden sich in den Cytoblasten, excentrisch an der innern Wandfläche, in verschiedener Anzahl und von sehr verschiedener Grösse; sie variiren vom halben Durchmesser des Kerns bis zum winzigen, unmessbaren Pünktchen, sind bald heller, bald dunkler, als die übrige Masse des Zellenkerns, nach *Schleiden* hohl, und sollen nach *Schwann* den Cytoblasten ihren Ursprung geben. Ihre Natur ist schwer zu

ermitteln und ihre Existenz als Körperchen überhaupt noch sehr zweifelhaft; sie scheinen aus Fettkörnchen zu bestehen (denn bei Auflösung des Zellenkerns durch kaustisches Kali bleiben dergleichen zurück).

Nicht in allen Kernen gibt es Kernkörperchen, und ebenso gibt es auch Zellen, die gleich von ihrem Entstehen an ohne Kerne sind (z. B. die Zellen, in welchen sich die Samenthierchen bilden, die eigentlichen Dotterkugeln der Frosch- und Hühnereier, ferner die den Dotterkugeln ähnlichen Körper im Eiter und andern plastischen Exsudaten). Es geht hieraus hervor, dass weder die Kernkörperchen zum Entstehen der Zellenkerne, noch diese zur Bildung der Zellen durchaus nöthig zu sein scheinen.

a. **Entstehung der Elementar-Zellen.** Die neuen Zellen eines jeden Gewebes bilden sich nur da, wo zunächst der frische Nahrungsstoff (Blastem, Cytoblastem) in das Gewebe eindringt. Bei den gefässhaltigen Geweben ist die Nahrungsflüssigkeit mittels der Gefässe durch das ganze Gewebe verbreitet, daher entstehen hier die neuen Zellen in der ganzen Dicke desselben, überall zwischen den vorhandenen Elementartheilen; bei den gefässlosen (sogenannten einfachen) Geweben bilden sie sich dagegen nur da, wo dieselben mit den gefässhaltigen zusammenhängen. [Bei der Regeneration der letztern Gebilde ist daher die Zellenbildung am besten zu beobachten, so wie bei der Bildung der Eiterkörperchen im Eiter, schwieriger dagegen bei der Entwickelung des Eies und der einzelnen Gewebe aus dem Keime.] — Die allgemeinen Erscheinungen beim Entstehen der Zellen im Thierorganismus gibt *Schwann* fast ganz so an, wie *Schleiden* bei den Pflanzen (s. S. 55).

Schwann beschreibt die Zellenbildung im thierischen Organismus so: in dem structurlosen (bald ganz flüssigen, bald mehr oder weniger gallertartigen) Cytoblastem erscheinen zuerst die Kernkörperchen *(nucleoli)*; um diese schlägt sich eine Schicht gewöhnlich feinkörniger Substanz nieder, die aber nach aussen noch nicht scharf begränzt ist. Indem nun zwischen die vorhandenen Molecule dieser Schicht immer neue abgelagert werden und zwar nur in bestimmter Entfernung von dem Körperchen, gränzt sich die Schicht nach aussen ab und es entsteht ein mehr oder weniger scharfbegränzter Zellenkern *(nucleus)*. Dieser wächst durch fortgesetzte Ablagerung neuer Molecule zwischen die vorhandenen, durch *intussusceptio*. Geschieht diese gleichmässig in der ganzen Schicht, so kann der Kern solid bleiben; geschieht sie aber stärker im äussern Theile der Schicht, so wird dieser stärker verdichtet und erhärtet zu einer Membran, wo dann der Kern hohl ist. Die Entstehung der Kerne mit mehr als einem Kernkörperchen stellt sich *Schwann* so vor, dass die Schichten, die sich um zwei nahe an einander liegende Kernkörperchen bilden, in einander fliessen, bevor sie nach aussen scharf abgegränzt sind. Zuletzt bildet sich nun die Zelle um den Kern, sobald dieser eine gewisse Entwickelungsstufe erreicht hat (die aber sehr verschieden sein kann, da er bisweilen schon ein Bläschen, bisweilen, und dies gewöhnlicher, noch ein solider Kern ist), und zwar ganz auf dieselbe Weise, wie die Bildung des Zellenkerns um das Kernkörperchen, nur schneller und vollkommner, und wahrscheinlich wie bei der Pflanzenzelle auch erst nur auf einer Seite des Kerns (wie *Henle* und *Hallmann* beobachteten). Auch hier können auf ähnliche Weise 2 Kerne von einer Zelle vereinigt umschlossen werden. Ist die Schicht der jungen Zelle dick genug, so consolidirt sich allmälig der äussere Theil derselben zu einer Membran (Zellenmembran, Hülle); diese dehnt sich allmälig aus, entfernt sich von dem Zellenkerne und der so zwischen beiden entstehende Raum füllt sich mit

Flüssigkeit (Zelleninhalt), die in den verschiedenen Zellen von verschiedener Beschaffenheit ist.

Aus neuern Beobachtungen (besonders bei der Bildung des Embryo und der Eiterkörperchen) ergibt sich dagegen, dass die Präexistenz der Kernkörperchen und Zellenkerne durchaus nicht zum Entstehen der Zellen nöthig ist, sondern dass die allerersten und allgemeinsten Formelemente der thierischen Gewebe die Elementarkörnchen sind. Um ein solches Körnchen legt sich vielleicht, wie *Henle* sagt, die schwach granulirte Substanz des Cytoblasten an, um den hernach die Zelle sich formt, oder es verschmelzen deren 2 bis 4 oder auch eine grössere Anzahl und bilden sogleich einen Zellenkern, oder sie sammeln sich in noch grössern Haufen und werden sogleich zur Zelle, in der ein Kern gar nicht oder erst später entsteht. In den Umwandlungen, welche sie erleiden, scheint die weitere Ausbildung der Formbestandtheile begründet zu sein. Indem sie zusammenfliessen und ein Häufchen allmälig von aussen nach innen oder von innen nach aussen sich verflüssigt, erzeugt sich um dasselbe eine Membran und so wird das Conglomerat zum Bläschen oder zur Zelle. — Wahrscheinlich gibt es verschiedene Arten der Zellenbildung. Es ist nämlich möglich, dass sich zuvörderst aus einem oder mehrern Elementarkörnchen ein Kernkörperchen entwickelt, um welches sich der Kern und dann die Zelle bildet; oder es wird sofort der Kern vorgebildet und um ihn herum entwickelt sich die Zelle; oder die Zelle entsteht zuerst und Kern und Kernkörperchen treten darin später auf; oder Zelle und Kern bilden sich gleichzeitig. *Kölliker* nimmt nur eine Entwickelungsform der Zellen an und zwar die durch endogene Zeugung; nach ihm sollen alle Zellen von einer einzigen abstammen, nämlich von dem ersten Zellenkerne im ersten Furchungshügel (s. Furchungs- oder Zerklüftungsprocess S. 73). — *Ascherson* erklärt das Entstehen der ersten Zellengebilde (der Elementarkörnchen) ganz mechanisch (s. bei Fett S. 138), indem nämlich die Berührung des Eiweissstoffes (und noch vielmehr wahrscheinlich des Käse- und Faserstoffes) mit einem flüssigen Fettstoffe stets die Bildung einer zähen und elastischen Hülle (Haptogenmembran) um das Oeltröpfchen und also das Entstehen einer Zelle zur Folge hat. Er hält diese Hüllenbildung für eine physikalische Eigenschaft, für eine Art von capillärer Verdichtung, die an der Oberfläche sich berührender heterogener Flüssigkeiten vor sich geht. Die auf diese Weise künstlich gebildeten Zellen sind den natürlichen insofern ganz ähnlich, als sie ihr Contentum ebenfalls durch Enosmose und Exosmose umändern können.

b. **Vermehrung der Zellen.** Sie geschieht entweder 1) vom Cytoblastem aus so, dass sich jede Zelle einzeln entwickelt und dann auch jede für sich fortwächst, wie dies vorzüglich deutlich sichtbar bei den einfachen Geweben und in pathologischen Secreten ist, oder 2) es ist auch von einer schon gebildeten Zelle oder Zellenmasse aus eine Vermehrung der Zellen möglich. Im letztern Falle kann die Vermehrung auf 3 verschiedene Arten stattfinden: durch Theilung der Zelle, durch Sprossenbildung und durch innere (endogene) Zeu-

gung (Zeugung von Zellen in Zellen). Nur bei den niedrigsten Pflanzen soll die Vermehrung der Zellen durch Theilung vorkommen, indem Quer- und Längsscheidewände von der Zellenwand aus in die Höhle wachsen und zusammenstossen. Wenn man den Dotter als einfache Zelle ansehen dürfte, so würde dieser Theilung der Furchungsprocess (s. S. 73) im Dotter niederer Thiere für analog gehalten werden können. Ferner kommt bei den niedrigsten Pflanzen (z. B. bei den Pilzen der Hefe) auch noch die exogene Zeugung vor, bei welcher aussen auf der Mutterzelle Sprossen hervorwachsen. — Die endogene Zeugung, bei welcher aus dem Inhalte einer reifen Zelle und im Innern derselben neue Zellen hervorgehen, das Contentum der Mutterzelle also Cytoblastem der Tochterzellen ist, findet sich bei den höhern Pflanzen und Thieren, und zeigt sich am deutlichsten bei der ersten Entwickelung des Embryo aus den Dotterkörnern (s. bei Embryo); sie ist ferner nachgewiesen bei der Entwickelung der Leber *(Reichert)*, der Gefässe und des Blutes *(Schwann, Valentin, Reichert)*, und in pathologischen Producten *(Müller, Valentin)*; unter den normalen Geweben des Erwachsenen scheinen die Knorpel und einige Drüsen auf diese Art fortzuwachsen; *Schwann* fand auch einigemal in der Linse, in Ganglien und der Epidermis von Froschlarven Mutterzellen mit eingeschlossenen jungen Tochterzellen.

c. **Weitere Umbildung der Zellen.** Nachdem die Bildung des Bläschens um den Zellenkern und die Trennung der Zellenmembran und des Inhaltes vollendet ist (bisweilen aber auch etwas früher, so dass eine vollständige Ausbildung der Zellenhaut gar nicht zu Stande kommt), was im Wesentlichen in allen Geweben auf dieselbe Weise geschieht, beginnt nun die weitere Entwickelung und Metamorphose der Elementarzellen, und diese variirt nach der Verschiedenheit der Gebilde, die aus ihnen hervorgehen. Dabei erhalten sich die Zellen entweder selbstständig und isolirt und verändern sich nur in Form, Inhalt und chemischer Beschaffenheit, oder sie geben ihre Selbstständigkeit auf, indem die Wände neben einander gelegener Zellen zusammenfliessen; viele der Zellen füllen sich mit fester Substanz an und werden zu soliden Körperchen, andere bleiben hohl und von einer hellen homogenen, oder mit kleinen Körnchen vermengten Flüssigkeit erfüllt. In manchen Zellen bestehen die Zellenkerne fort, in andern verschwinden sie, in noch andern bilden sie sich zu Fasern (Kernfasern) um. Einige Zellen nehmen aber auch ab, werden theilweise zerstört, bersten und schwinden, z. B. die Zellen in der Lymphe und in den Drüsen, wobei sie entweder resorbirt werden und sich auflösen, oder auf die Körperoberfläche, in andere Zellen oder Intercellulargänge treten (Dehiscenz). Es gibt nach *Henle* folgende Arten der Zellenmetamorphosen (die von *Schwann* und *Valentin* aufgeführten s. S. 77).

I. Die Elementarzellen behaupten ihre Selbstständigkeit; indem sie weder mit andern verschmelzen, noch auch sich theilen, erleiden sie nur sehr mannichfaltige Veränderungen ihrer Form, ihres Inhaltes und ihrer chemischen Beschaffenheit; dabei schwindet der Zellenkern sehr

oft, bleibt aber auch oft persistent und nimmt in regelmässig geordneten Zellen eine ganz bestimmte Stelle ein (wie in den Pigmentzellen der Choroidea). — Formveränderungen. Die Zellen dehnen sich aus und wachsen (ähnlich den Pflanzenzellen; s. S. 55), entweder gleichförmig oder nach einzelnen Dimensionen, so dass sie oft eine verhältnissmässig bedeutende Grösse erreichen (wie die Fettzellen), und indem sie sich an einander drängen und abplatten, polygonal, die flachen Zellen oft sehr regelmässig 5- und 6eckig werden. Je nachdem die Ausdehnung nach einer oder der andern Richtung stärker erfolgt, entstehen die verschiedenartigsten Gebilde; z. B. dehnen sich Zellen (platte) nach der Fläche aus, wobei sich der senkrechte Durchmesser bedeutend verkleinern kann, so entstehen Plättchen und Schüppchen (Pflasterepithelium); wachsen sie dagegen in einer auf die Fläche senkrechten Richtung, so bilden sie keilförmige, prismatische, cylindrische oder conische Körperchen (Cylinder- und Flimmerepithelium). Manche Zellen schicken auch Fortsätze aus, die wie Härchen oder Stacheln oder lange Fasern aussehen (z. B. die Cilien des Flimmerepithelium, die Stacheln des Epithelium der *plexus choroidei*). — Bei diesen Formveränderungen kann die Zellenmembran an Stärke zunehmen (wie bei den Knorpelzellen), was durch schichtweise Ablagerung der Substanz geschehen kann, so dass solche Wände wie gestreift aussehen (bei den Pflanzen wie aus spiralförmigen Fasern). Geht die Verdickung der Wand immer weiter und wird die Zelle zugleich platt, so füllt sich zuletzt die Höhle ganz aus und aus der Zelle wird ein solides Plättchen (wie die obern Schichten der Epidermis). Bei dieser Verdickung können sich aber auch in der verdickten Zellenwand cylindrische Kanäle (Tüpfel- oder Porenkanäle) erzeugen, die, von der centralen Höhle der Zelle ausgehend, an der äussern Wand blind endigen; sie kommen in den Pflanzen häufig vor; *Henle* glaubt aber auch mit Sicherheit behaupten zu können, dass sie sich im thierischen Körper finden (wie die *canaliculi chalicophori*; an Knorpelzellen der Epiglottis). — Als eine eigenthümliche Umbildung isolirter Zellen führt *Henle* noch die an (wie bei den Ganglienkugeln und vielleicht auch beim Eie), dass die fertigen Zellen, die in einer festweichen, körnigen Masse vergraben sind, gewissermaassen eine Schicht dieser Masse an sich heranziehen, sich so in eine Kugel einhüllen, die ihrerseits an der Oberfläche von einer Membran überzogen und selbst von einer epitheliumartigen Zellenschicht bedeckt werden kann. Die Elementarzelle mit ihrem Kerne verhält sich dann selbst zu der ganzen Kugel wie ein Kern mit Kernkörperchen, von dem sie sich nur durch ihre Grösse und chemische Beschaffenheit, namentlich durch ihre Löslichkeit in Essigsäure unterscheidet. *Henle* nennt diese Zellen complicirte und rechnet zu ihnen auch die Zellen, welche die Muskel- und Nervenfasern und Haare zusammensetzen, weshalb er diese Theile auch mit dem Namen complicirte Fasern belegt. Die Achse dieser Fasern entspricht demnach der eigentlichen Zelle im Innern der Ganglienkugel und ist aus an einander gereihten complicirten Zellen gebildet. — Die Veränderungen der chemischen Beschaffenheit und des Zelleninhaltes bestehen darin, dass letzterer anfangs körnig, nach und nach klar und flüssig wird, oder dass umgekehrt der klare Inhalt sich trübt und Körnchen absetzt (Pigmentkörnchen, Samenthierchen), dass ferner neue Zellen oder die verschiedensten Secretionsstoffe sich in und aus ihm bilden, und dass die meisten Zellen nach ihrer Ausbildung nur schwer oder gar nicht von Essigsäure angegriffen werden, während dieselbe junge Zellen meistens auflöst. — Hiernach liessen sich folgende Momente (mit *Günther*) aufstellen: die Zelle besteht als solche fort *a)* mit aller Selbstständigkeit und Freiheit (Blut- und Lymphkörperchen); *b)* mit Selbstständigkeit und ohne Freiheit, d. i. die Zellen liegen im engen Raume zusammen, platten sich gegenseitig ab und jede einzelne nimmt eine polyedrische Gestalt an (Pigmentzellen). *c)* Die Zelle besteht selbstständig fort, umgibt sich aber mit einer neuen äussern Haut (Ganglienkugeln). *d*) Die Zelle behält ihre Selbstständigkeit und erleidet nur von dem Inhalte aus eine eigene Metamor-

phose. Es schlägt sich nämlich aus diesem eine zarte Schicht auf die innere Fläche der Hülle nieder und verdickt diese (Knochen- und Knorpelzellen, mit Porenkanälen). *e)* Die Zelle besteht längere Zeit noch als solche fort, entwickelt sich aber besonders in einer Richtung und zwar in der Höhe. Die so sich kegelartig verlängernden und einander etwas abplattenden Zellen stehen dicht gedrängt, sind mit ihrer Spitze auf der unterliegenden Fläche befestigt und liegen mit ihrer Basis frei (Cylinderepithelium). *f)* Die Zelle strebt sich in die Breite auszudehnen, wird aber darin durch die Nachbarschaft gehindert und so vieleckig. In der weitern Entwickelung nimmt der Zelleninhalt ab, die Flächen nähern sich einander, berühren sich endlich, verschmelzen mit einander und bilden sehr feine, 4-, 5- oder 6eckige Blättchen (Hornplättchen: Pflasterepithelium, Epidermis, Nägel). *g)* Die Zelle besteht wie beim Cylinderepithelium *(e)* fort, aber auf ihrer Basis bilden sich haarähnliche Fortsätze (Flimmerepithelium). *h)* Die freie Zelle schickt an unbestimmten Stellen unregelmässige, sich oft verzweigende Verlängerungen (mit fortgesetzter Zellenhöhle im Innern) aus, welche sich auch wohl mit gleichen Verlängerungen benachbarter Zellen zu vereinigen scheinen (ramificirte Pigmentzellen; Hirnganglienkugeln *Remak's* und Spinalkugeln *Stilling's;* die ersten Anfänge der Capillaren nach *Schwann*). *i)* Die Zelle verlängert sich nach zwei entgegengesetzten Seiten, spitzt sich an beiden Enden zu und wird so spindelförmig (in den unwillkührlichen Muskelfasern des Magens und Darmkanals während ihrer Entwickelung; in der Milz?).

a) Isolirte und in Flüssigkeiten suspendirte selbstständige Zellen; sie vereinigen sich nicht zu zusammenhängenden Geweben, sondern bleiben von einander getrennt und behalten ihre Form und ihre Kerne. Solche Zellen sind: die 1) Blutkörperchen; — 2) Lymphkörperchen; — 3) Schleimkörperchen; — 4) Eiterkörperchen.

b) Zwischen andern Elementartheilen mehr oder minder vereinzelt herumliegende Zellen; sie zeigen sich als rundliche oder länglichrunde Körperchen und werden durch eine zwischen ihnen sich entwickelnde feste Substanz von einander getrennt. Dergleichen Zellen sind: 1) Fettzellen; — 2) Pigmentzellen, — 3) Parenchymzellen; — und 4) Ganglienkugeln.

c) Ohne zwischenliegende Substanz eng an einander liegende Zellen, die, ihre Membran und meistens ihren Kern beibehaltend, zu wirklichen Geweben sich vereinigen, ohne mit einander zu verschmelzen. Einige bleiben kugelig, andere platten sich an einander ab und werden polyedrisch, noch andere bilden cylindrische oder kegelförmige Gebilde. Zu ihnen gehören: 1) Hornzellen (Epidermis, Epithelien, Haare, Nägel u. s. w.), 2) Schmelzprismen; — 3) Linsenfasern.

II. **Die Elementarzellen geben ihre Selbstständigkeit auf,** indem die Wand derselben mit der Intercellularsubstanz verwächst oder die Wände neben einander gelegener Zellen zusammenfliessen und dann auch wohl, durch Dehiscenz der verschmolzenen Zellenwände, die Höhlen sich in einander öffnen. *Henle* ordnet sie in folgende Gruppen:

A. Die verschmelzenden Elementartheile sind wahre Zellen und bestehen aus einer mehr oder minder verdickten Wand und einer von Flüssigkeit erfüllten Höhle.

a. Es verschmelzen die verdickten Wände der Zellen in parenchymatösen Geweben mit allen benachbarten Zellen und der in grösserer oder geringerer Menge vorhandenen Intercellularsubstanz, die Höhlen bleiben getrennt, z. B. bei den 1) Knorpelkörperchen; — 2) Knochenkörperchen; — 3) Körperchen in der Knochensubstanz der Zähne.

b. Die Zellenhöhlen der sich berührenden Zellen communiciren frei mit einander, nachdem die verschmolzenen Zellenwände resorbirt und durchbrochen sind. Hier gibt es folgende Formen:

a) Die Zellen sind der Länge nach an einander gereiht und verwandeln sich, indem die Querwände verschwinden, in eine continuirliche Röhre; wie bei 1) den blinddarmförmigen Drüsen des Magens; — 2) Nervenröhren; — 3) Muskelfasern; — 4) Kanälchen der Nieren und Hoden vielleicht.

b) Die Zellen liegen in traubenförmigen Gruppen und verwachsen so, dass von jeder nur die Hälfte oder ein noch kleinerer Abschnitt der ursprünglichen Blase übrig bleibt. Die Reste vieler Zellen sitzen alsdann rings um eine gemeinsame Höhle, von der sie nur mehr oder minder tiefe Aussackungen bilden. — So denkt sich *Henle* die Entstehung der Läppchen acinöser Drüsen, mit Ausnahme der Leber, deren Kernzellen sich nur selten paarweise zu verbinden scheinen.

c) Die Zellen schicken sternförmige hohle Fortsätze aus, die sich in einander öffnen; bei den Pigmentzellen und Capillargefässen. Indem bei den letztern die Zellenkörper sich allmälig verengern und die Fortsätze weiter werden, entsteht ein gleichförmiges Netz von Röhren.

B. Die verschmelzenden Elementartheile sind solide Plättchen, nicht mehr Zellen, Wand und Höhle sind nicht mehr geschieden. Es ist hier freilich die Frage, ob diese Plättchen früher selbstständige Zellen waren, oder ob nicht schon vor ihrer vollständigen Ausbildung die Verschmelzung eintrat. *Henle* beschreibt die Entwickelung dieser Gebilde so: sie bestehen fast alle aus membranartigen Schichten, die sich successiv über einander abzulagern scheinen; jede Schicht ist anfangs eine structurlose Lage von Cytoblastem; in ihr entwickeln sich Kerne, an welchen Zellen entstehen (wie an der innern Gefässhaut). Die ganze Cytoblastemschicht kann aber auch eine einfache, structurlose Haut bilden, in der die Zellenkerne rund, oval oder verlängert liegen (wie an der innern Gefässhaut und Rindensubstanz der Haare). Endlich wenn die Zellenkerne reihenweis geordnet sind und sich in einer bestimmten Richtung gegen einander verlängern, so eignet sich gewissermassen jede Kernreihe einen Streifen Cytoblastem an und nun erst beginnt die Trennung der Schicht in Zellenfasern, wobei die Kernreihe entweder in der Mitte des Cytoblastemstreifens oder an dessen Seite liegt (s. später Kernfasern).

a. Die Plättchen liegen, membranförmig ausgebreitet, in einfacher Schicht neben einander und bilden nach der Verschmelzung continuirliche wasserhelle Membranen, welche ganz structurlos, glasartig sind, sobald der Kern geschwunden ist und nicht eine feine Faserung in denselben beginnt. Es zeigen sich nämlich in dergleichen Membranen oft feine Fäserchen (von 0,0004—0,0008‴ Dm.), die häufig unterbrochen, oder gabelförmig getheilt und unter einander anastomosirend, nicht aus Zellen oder Kernen, sondern, wie es scheint, unmittelbar aus abgelagerten und sich an einander fügenden feinsten Körnchen (in Essigsäure unlöslichen) bestehen. Die Membran, auf welche sie sich niedergeschlagen, kann völlig oder wenigstens in den Interstitien der Fasern resorbirt werden und es entstehen so Oeffnungen oder es bleibt auch ein Netz von Fibrillen allein zurück. — Hierher gehören: 1) das Pflasterepithelium der Gefässe; — 2) die Linsenkapsel; — 3) die Wasserhaut; — 4) die Dotterhaut; — 5) die äussere Scheide der Nervenröhren und 6) der animalischen Muskelbündel; — 7) die epitheliumartige Zellenausbreitung um den Seh- und Hörnerven.

b. Die Plättchen reihen sich der Länge nach an einander und bilden mehr oder minder platte Fasern (von 0,002—0,003‴ Breite), d. s. Zellenfasern (zum Unterschiede von den Kernfasern, die sich durch die Verschmelzung verlängerter Zellenkerne bilden und von denen jede in ein Bündel von Fibrillen zerfallene Zellenfaser eine besitzt). Solche Fasern bilden sich im Gewebe der Cornea, der Linse, im Zellgewebe, in der Muskelhaut der Gefässe und Eingeweide, dem *nerv. sympathicus*, im Zahnbein und Schmelz, in der Rindensubstanz des Haares. Die Zellenfasern zerfallen

nun auch in ein Bündel von Fibrillen, und dies geschieht wahrscheinlich durch einfache Resorption der Substanz zwischen den Fäserchen, welche wie die Fasern meistens in Essigsäure löslich sind, während die Kernfasern sich darin grösstentheils eben so wenig wie die Zellenkerne auflösen.

Verwandlung der Zellen in Fasernetze nach *Reichert*. Die elementaren Zellen fügen sich zuerst, wie beim Epithelium, an einander, und bilden, indem sie zu länglichen rhomboidalen und faserähnlichen Plättchen werden, eine Membran, in welcher anfangs noch die länglichen Zellenkerne, sowie die Contouren der Zellen deutlich unterschieden werden können. Dann fangen die Kerne an zu verkümmern, die Contouren der Zellen werden undeutlich und verschwinden, und so entsteht zunächst eine meist wasserhelle, hin und wieder fein granulirte Membran, in welcher nur höchst selten noch ein in der Verkümmerung begriffener Zellenkern bemerklich ist. Die Membran hat die Neigung, sich in Falten zu legen oder von den Rändern aus einzurollen, (wenn sie dicker und härter ist; gewöhnlich ist sie spröde und brüchig, stets unauflöslich in Essigsäure, durch welche sie nur durchsichtiger wird. In dieser Membran entstehen durch einen localen Resorptionsprocess Oeffnungen und Spalten von wechselnder Grösse und Form, jedoch mit der überwiegenden Neigung zur mehr oder weniger langen Form in jener Richtung, in welcher sich die ursprünglichen Zellen mehr oder weniger der Länge nach ausdehnten. Auf dieser Entwickelungsstufe bleiben die Membranen in der innern Haarwurzelscheide (*Henle*, *Corda*), die *tunica intima* feinerer Gefässe, die sogenannten gefensterten Membranen der *tunica media* der Arterien. Eigenthümlich ist bei dieser Entwickelungsstufe, dass die an sich brüchige Membran sehr gern in der Richtung der Längenachse der Oeffnungen in länglichen Plättchen und Fasern bei Zerrungen zersplittert. — In der *tunica intima*, in der Faserschicht oder *tunica media* der Gefässe, in der Rindensubstanz des Haares erleidet die durchlöcherte Membran nun noch weitere Veränderungen. Die dichter gestellten Spaltöffnungen werden grösser und verwandeln sich in die Maschen von Fasernetzen, zu welchen die Membran auf diese Weise sich umbildet. Die Fasernetze sind sämmtlich unlöslich in Essigsäure; sie sind bald weicher, nachgiebig und biegsam, und krümmen sich dann gern, oder sie sind härter, steif und spröde; in mikroskopischer Hinsicht gleichen sie den elastischen Fasernetzen, wozu sie auch von den Meisten gerechnet werden.

d. **Metamorphose des Zellenkerns.** Bei den Pflanzen hat (nach *Schleiden*) der Cytoblast mit der vollendeten Entwickelung der Zelle seine Rolle ausgespielt, er wird resorbirt (nur in einigen Arten von Zellgewebe bleibt er), und nun erst fängt die Bildung secundärer Ablagerungen an. Ebenso betrachtet *Schwann* das Schwinden des Zellenkerns bei thierischen Zellen als Regel. Dagegen schreibt *Henle* denselben noch die Fähigkeit zu, sich in eine eigenthümliche Art von Fasern (d. s. Kernfasern) umbilden zu können. — Es bestehen demnach die Metamorphosen des Cytoblasten darin, dass er anfangs noch zugleich mit der Zelle wächst und sich abplattet, später aber im Wachsthume hinter der Zelle weit zurückbleibt, und entweder *a)* unverändert fortbesteht, oder *b)* sich auflöst, wie in den Zellen des Blutes, der Epidermis, des Nagels, in den meisten Fett- und Knorpelzellen, in den Fasern der Linse und des Schmelzes, oder *c)* sich weiter entwickelt, entweder zu einer Tochterzelle oder zu Kernfasern (geraden, spiraligen oder netzartig verbundenen). — Nicht selten wandelt der Kern auch seinen Inhalt, gleich der Zelle, chemisch um, z. B. in Fetttröpfchen wie der Kern der Knorpelzellen.

Die Kernfasern (d. s. Fasern, welche durch die Verschmelzung verlängerter Zellenkerne entstehen und sich wie die Kerne meistens nicht in Essigsäure auflösen, während Zellenfasern, s. vorher, die aus Zellen gebildeten Fasern oder die aus diesen sich entwickelnden Bündel von Fibrillen, in Essigsäure meist auflöslich sind) sind viel feiner als die Zellenfasern, oft wie die Fibrillen dieser, und entstehen nach *Henle* so: die Zellenkerne, welche hier ganz unzweifelhaft äusserlich auf den Zellen liegen, werden zuerst oval, dann immer länger und schmäler und verwandeln sich endlich in dünne, dunkle Streifen, die gerade, winkelig, halbmondförmig gekrümmt oder geschlängelt auf den zugehörigen Zellen liegen. Ihre Kernkörperchen sind dann verschwunden; bisweilen werden auch jetzt noch die aus den Kernen

gebildeten Streifen resorbirt, welche dann in eine Reihe von Pünktchen zerfallen, die immer blasser und kleiner werden (besonders in der Cornea, organischen Muskeln). Bei Bildung der Kernfasern treten nun aber die verlängerten, streifenartigen Kerne nach und nach mit einander in Verbindung durch Fäden, die sie einander entgegenschicken und die, anfangs fein und blass, allmälig die Stärke und Festigkeit der dunkeln Körperchen erhalten, von denen sie ausgehen; nun kommt jeder Zellenfaser oder jedem Bündel von Zellenfibrillen eine solche Kernfaser zu. — Nach der ursprünglichen Lage der Kerne und der Zellenfasern (am Rande oder auf der Fläche), die sich wieder nach der Form der Zellenfaser (platte oder rundliche) richtet, gibt es 3 verschiedene Arten von Kernfasern: gerade, spiralige und netzartig verbundene. Alle diese verschiedenen Arten von Kernfasern scheinen bald solid, bald hohl zu sein (im letztern Falle bisweilen mit Kalk erfüllt).

a. Die Kerne auf der Fläche, und zwar an platten Zellenfasern, bilden Kernfasern, die sich durch die Neigung auszeichnen, längere oder kürzere, häufig rankenförmig gebogene und von der Zellenfaser sich leicht ablösende Seitenäste abzuschicken und sich mittels derselben zu einem Netze zu verbinden, welches die Schicht der Zellenfasern deckt. Diese netzartig verbundenen Kernfasern finden sich in den Häuten der Gefässe (besonders stark in der Längsfaserhaut der Venen und der mittlern Arterienhaut) und in den organischen Muskeln (besonders in der Muskelhaut der Eingeweide).

b. Kerne an den Rändern, und zwar an den mehr cylindrischen Zellenfasern, liegen entweder hinter einander auf derselben Seite oder alternirend auf beiden Seiten. Im erstern Falle bilden sie gerade Kernfasern, welche zur Seite der Zellenfaser derselben parallel laufen, so dass zwischen je 2 Zellenfasern oder Fibrillenbündeln jedesmal eine Kernfaser zu liegen kommt, wie im Zahnbeine, Zellgewebe, den Sehnen und Bändern. Im 2ten Falle entstehen spiralförmige Kernfasern, welche die Zellenfaser oder die Fibrillen derselben in mehr oder weniger engen Windungen umwickeln, indem nämlich die Kerne einander so entgegenwachsen, dass von jedem Kerne eine Verlängerung an der vordern und eine andere an der hintern Seite der Zellenfaser, die eine aufwärts, die andere abwärts sich erstreckt und mit der ihr entgegenkommenden verschmilzt. Solche Fasern finden sich im Zellgewebe nicht selten.

Die von *Henle* als Kernfasern beschriebenen und früher interstitielle und umspinnende Kernfasern benannten Gebilde haben verschiedene Deutungen und Benennungen erfahren. So wurden die ästigen Kernfasern des Zellgewebes und der Gefässhäute mit elastischen Fasern oder Nervenfasern verwechselt; *Valentin* beschreibt diese Fasern unter dem horizontal fadig aufgereihten Epithelium, in welchem die metamorphosirten Zellen in Längslinien geordnet seien; *Purkinje's* und *Rosenthal's formatio granulosa* begreift ebenfalls diese Kernfasern.

e. **Kräfte der Elementarzellen.** Eine jede Zelle ist ein völlig individualisirtes und in sich abgeschlossenes Einzelwesen, welches ein 2faches Leben führt, nämlich: ein ganz selbstständiges, nur ihrer eigenen Entwickelung angehöriges, und ein mittelbares, insofern sie integrirender Theil eines Organismus ist. Bei dem individuellen Leben der Zellen lässt sich nun eine doppelte Reihe von Erscheinungen wahrnehmen, die *Schwann* mit dem Namen der plastischen und metabolischen bezeichnet hat. Die plastische Kraft der Zellen besteht nämlich darin, dass sie aus dem sie umgebenden Cytoblastem mit einer gewissen Auswahl nur solche Stoffe anziehen, welche zu ihrer eigenthümlichen Bildung und ihrem Wachsthume tauglich sind, so dass sich also aus einer und derselben differenten Flüssigkeit sehr verschiedenartige Elementarzellen hervorbilden

und ernähren können. Mittels der metabolischen Kraft vermögen dagegen die Elementarzellen (d. h. nur die Hülle und der Kern) die aus dem Cytoblastem angezogenen und aufgenommenen Stoffe chemisch umzuändern. Nicht unmöglich ist es, dass diese bis jetzt von der Lebenskraft allein abhängig gemachten Fähigkeiten der Zellen, späterhin nach physikalischen und chemischen Gesetzen erklärt werden. Wenigstens gibt es eine physikalische Erscheinung, welche an den Form- und Mischungsveränderungen organischer Zellen grossen Antheil haben kann und diese ist die Enosmose und Exosmose (s. S. 33). Das Leben der Pflanzenzelle hat *Schleiden* auf physikalisch-chemische Weise zu erklären versucht (s. S. 60). — Was die Bewegungen der Elementarzellen betrifft, so sind Ortsbewegungen derselben oder eine Bewegung des Zelleninhaltes, wie bei den Pflanzen, noch nicht mit Sicherheit an thierischen Zellen beobachtet worden, dagegen scheint die Bewegung der Flimmerhärchen in einer Thätigkeit der Elementarzellen, auf welchen sie sitzen, begründet zu sein, denn sie dauert in den isolirten Zellen noch lange Zeit fort.

Neuerlich hat allerdings *Remak* im Mesogastrium der Frösche parasitische Blasen (Zellen) beobachtet, bei welchen die innere Fläche der Hülle mit Wimpern besetzt ist (deshalb Wimperblasen genannt), durch deren Schwingungen der körnige Inhalt in verschiedene Strömungen versetzt wurde. *Barry* sah ebenfalls im Uterus befruchteter Kaninchen Bläschen, in denen sich ein maulbeerförmiger Körper beständig drehte. *Bischoff* machte ferner die Entdeckung, dass sich mittels Wimpern der Dotter auch im befruchteten Säugethiereie (im Ei von Mollusken und Polypen war es schon beobachtet worden) während seines Durchganges durch den Eileiter dreht. — *Siebold* beobachtete an den Dotterkugeln der frischgelegten Planarien-Eier, kurz nachdem sie aus dem Eie genommen waren, eine Art ziemlich lebhafter peristaltischer und antiperistaltischer Bewegung, wodurch die Bestandtheile einer jeden Kugel unaufhörlich hin- und hergeschoben wurden. Er betrachet diese Erscheinung als Urphänomen, ähnlich der Flimmerbewegung. — Nach *Wagner* zeigen die Farbenzellen *(Chromatophoren)* der *Cephalopoden* ebenfalls selbstständige Contractionen, so dass sie durch das Zusammenziehen ein dunkleres Ansehen, beim Ausdehnen ein helleres Aussehen bekommen, und so das eigenthümliche Farbenspiel dieser Thiere verursachen. *Vogt* und *Kölliker* sahen an dem noch ganz geschlossenen Herzrudimente von Embryonen Zellen sich rastlos bewegen. Es scheint demnach, dass eine selbstständige Bewegungsfähigkeit einzelner Zellen unter gewissen Verhältnissen existirt. Dagegen ist eine der Bewegung des pflanzlichen Zelleninhaltes ähnliche Erscheinung noch nicht beobachtet worden.

Gewebe und **Systeme.** Wie in dem pflanzlichen (s. S. 57) und thierischen (s. S. 78) so bilden auch im menschlichen Körper die entferntern und nähern Mischungs- und Formbestandtheile durch ihre mannichfaltigen Verbindungen unter einander verschiedene Gewebe, Systeme und Organe, welche man ihrer Zusammensetzung und physiologischen Bedeutung nach in einfache (Horn-, Zahn- und Glashautgewebe), zusammensetzende (Zell- Gefässhaut- und Nervengewebe) und zusammengesetzte (einfachere: Knorpel-, Knochen-, sehniges-, elastisches und seröses Gewebe; sehr zusammengesetzte: Muskel-, Haut- und Drüsengewebe) eintheilen kann (s. S. 79), oder die man auch nach der Art und Weise ihrer Entwickelung aus Zellen (s. S. 149)

in folgende Gebilde trennt: *a)* in solche, welche wesentlich aus wenig veränderten Zellen bestehen (Fett- und Pigmentzellen, Epithelien und Horngebilde); *b)* in solche, welche aus Zellen und einer festen Intercellularsubstanz bestehen (Knorpel, Knochen, Zähne); *c)* in faserige Gebilde, welche aus einer Metamorphose der Zellen hervorgegangen sind (Zellgewebe, fibröses, elastisches, seröses, Gefässhaut-, Schleimhaut-, Lederhaut- und Muskel-Gewebe); *d)* in cylinderförmige Gebilde, welche aus einer Metamorphose der Zellen hervorgegangen sind (Nervengewebe, Capillar- und Lymphgefässe, Drüsen). Wir behandeln diese Gewebe nach der im 1sten Bande eingeführten Ordnung.

Entwickelung pathologischer Gebilde.

Die pathologischen Gebilde, denen wir im Körper zwischen normalem Gewebe oder an der Stelle desselben begegnen, sind entweder ganz neu erzeugte (eigentliche Neubildungen, Afterbildungen), oder durch Umwandlung eines andern (physiologischen oder pathologischen) Gewebes entstandene (Entartungen, Metamorphosen). Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung sind die pathologischen Gebilde entweder organischer oder unorganischer Natur; die erstern folgen in ihrer Entstehung und Ausbildung so ziemlich ganz den Bildungsgesetzen des normalen organischen Lebens und sind höher oder niedriger organisirte, während die letzteren rein nach chemischen Gesetzen sich bilden. Häufig finden sich organische und unorganische Neugebilde mit einander verbunden vor.

A. **Unorganisirte pathologische Gebilde.** Sie stellen ausgebildete Krystalle, formlose krystallinische Massen oder fein- und grobkörnige Niederschläge dar, die sich bisweilen zu grössern Gebilden (Concretionen, Concrementen) vereinigen. Sie gehen gewöhnlich aus flüssigem Bildungsstoffe (Mutterlauge) hervor und als solcher kann fast jede (pathologische und physiologische) Flüssigkeit des Körpers dienen, wenn sie in Verhältnisse versetzt wird, wodurch ein Theil der in ihr aufgelösten unorganischen Stoffe unauflöslich und deshalb ausgeschieden wird. Seltener entwickeln sich aus festen und organisirten Bildungen unorganische Gebilde. Die Ausscheidung unorganischer Stoffe aus Flüssigkeiten kann aber bedingt sein: *a)* durch grössere Concentration der Mutterlauge (in Folge von Verdunstung, Resorption, Exosmose des flüssigen Antheils), wodurch sich Stoffe ausscheiden, die nun nicht mehr genug Wasser zu ihrer Lösung finden; *b)* durch chemische Veränderung der vorhandenen aufgelösten Stoffe (so dass neue chemische Substanzen aus ihnen werden), welche nun entweder unlöslich oder schwerer löslich in der Flüssigkeit werden; *c)* durch Bildung von neuen, ungewöhnlichen oder durch reichliche Ausscheidung von normalen Bestandtheilen, die in der Mutterlauge nicht auflöslich sind oder (wegen ihrer Menge) darin nicht mehr aufgelöst erhalten werden können; *d)* durch Freiwerden unorganischer Substanzen bei

Zersetzung organischer Materien. — Nach dem Orte, wo sich diese Neubildungen finden, gibt es: 1) solche, welche innerhalb der Körperhöhlen (s. S. 144) in Se- und Excretionsflüssigkeiten sich vorfinden und in ihrer Zusammensetzung nach den eigenthümlichen chemischen Bestandtheilen ihrer Mutterlauge sehr verschieden sind; 2) solche, welche im Parenchym der Organe entstehen und meist aus den Blutsalzen, kohlen- und phosphorsauren Erden, mit organischen pathologischen Producten zusammengesetzt sind. Die erstern erscheinen in der Regel vollkommen isolirt, ohne Zusammenhang mit den umgebenden Theilen, gewöhnlich hart und von mineralischem Gefüge (auch Steine genannt).

a. Die **Niederschläge**, welche sich auch unter geeigneten Umständen wieder auflösen können, bilden die Anfänge aller nicht organisirten pathologischen Bildungen, und sind hinsichtlich ihrer Gestaltung entweder amorph (durchsichtig, gallertartig), oder unbestimmt-körnig, oder bestehen aus mikroskopischen Krystallen; bisweilen finden sich alle 3 Formen vereinigt, ja manche Stoffe kommen bald in der einen bald in der andern Form vor. Man findet in den Niederschlägen organische und unorganische Stoffe, besonders viel Salze, sowie diesen oder jenen Se- und Excretionsstoff (s. S. 124); am häufigsten werden die folgenden Stoffe beobachtet.

1) **Proteinstoffe** (s. S. 129) bilden Niederschläge, welche nie krystallinisch, gewöhnlich feinkörnig, seltner amorph sind. Sie sind unlöslich in Aether und Mineralsäuren, werden durch Essigsäure durchsichtiger und allmälig (doch nicht ganz) aufgelöst; sie lösen sich in kaustischem Kali bei längerer Einwirkung und werden durch wässerige Jodlösung gelb gefärbt. Die Entstehungsursachen dieser Niederschläge, sowie ihre speciellere Zusammensetzung (aus Faserstoff, Eiweiss, Globulin, Casein, Glutin, Creatin u. s. f.) sind noch ganz dunkel.

2) **Fette** (s. S. 135), welche sehr häufig Bestandtheile von Niederschlägen sind, kommen nach ihrer verschiedenen chemischen Constitution bald in Form von Krystallen, bald in Tröpfchen- und Körnchenform, bald als amorphe Erstarrung vor. — Cholestearin kommt häufig krystallisirt vor und bildet farblose, tafelförmige rhomboëdrische Krystalle, oft treppenförmig über einander gelagert und bisweilen mit abgerundeten Ecken. Es findet sich besonders in Gallensteinen, Balggeschwülsten, Atherom, besonders in den spätern Lebensjahren. — Margarin und Margarinsäure: bilden mikroskopische Nadeln, welche seltener einzeln, als zu sternartigen oder büschelförmigen Gruppen verbunden vorkommen, und einzeln farblos, in grössern Partieen aber bräunlich erscheinen. Das Margarin, welches im Elain durch die Wärme aufgelöst erhalten wird, scheidet sich bei niederer Temperatur aus und wird deshalb in erkalteten Theilen (besonders in brandigen) angetroffen. — Elain und Elainsäure kommt in Tröpfchen von allen Grössen vor, und zwar frei oder in Zellen eingeschlossen. — Molecular-Fettkörnchen werden von Einigen für Stearinkörnchen angesehen (doch mit Unrecht, da Stearin im menschlichen Körper fast gar nicht vorkommt); sie bestehen wahrscheinlich aus Serolin (s. S. 136).

3) **Kalksalze** (s. S. 122). Der Kalk bildet mehrere Salze, welche häufig als Bestandtheile von Niederschlägen vorkommen, z. B.: kohlensaurer Kalk; er stellt eine unbestimmt körnige, krystallinische Masse dar, nicht deutliche Krystalle (spitze Rhomboeder), wie in den Pflanzen, und löst sich in Säuren unter Entwickelung von Kohlensäureblasen (Aufbrausen). — Basisch-phosphorsaurer Kalk, erscheint frisch gefällt als eine amorphe, durchsichtige, farblose Gallerte, die allmälig in eine unbestimmt körnige Masse übergehen kann; er löst sich in Säuren ohne Aufbrausen. Dieses Salz kommt häufig an Proteinstoffe gebunden vor und seine Ausscheidung bedingt hauptsächlich die Verkreidung der Gebilde. — Oxalsaurer Kalk, in octaedrischen Krystallen, die sich in Salzsäure lösen, findet sich nur im Urin (Harnsteinen). — Schwefelsaurer Kalk ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

4) **Phosphorsaure Ammoniakmagnesia** bildet, je nach dem schnellern oder langsamern Entstehen, Krystalle von verschiedener Gestalt. Rasch entstandene Krystalle stellen entweder blattähnlich gezähnte Aggregate oder Nadeln dar, die zu sternförmigen Gruppen vereinigt sind; langsam entstandene Krystalle bilden dreiseitige Prismen mit abgestumpften Ecken. Diese Krystalle sind in Wasser, Alkohol, Aether und Alkalien unlöslich, dagegen in Säuren (schon in Essigsäure) sehr leicht (und ohne Aufbrausen) löslich. Dieses Salz kommt am häufigsten vor, weil fast alle Körperflüssigkeiten phosphorsaure Magnesia (s. S. 122) enthalten; und entsteht fast stets, wenn sich Ammoniak entwickelt (bei der Fäulniss).

5) **Harnsäure** (s. S. 127) und **harnsaure Salze** (s. S. 124) finden sich in den Niederschlägen des Urins und in sogenannten Gichtconcretionen. — Die Harnsäure (s. S. 128) kommt gewöhnlich krystallisirt vor, in farblosen, bisweilen röthlichen rhombischen Prismen oder Tafeln, oder in rosettenförmigen Massen. — Harnsaures Ammoniak erscheint nie krystallisirt, immer nur als feinkörniger Niederschlag, dessen Körner bisweilen zu einer zusammenhängenden membranösen Rinde verbunden sind. Die Farbe

dieses Salzes wechselt vom Lehmfarbigen und Gelbrothen durch alle Nuancen des Braunrothen bis zum schönen Rosenroth. Durch Säuren wird es zersetzt und es scheidet sich Harnsäure aus; es ist schwer löslich in kaltem, leichter in heissem Wasser (scheidet sich nach dem Erkalten wieder aus), unlöslich in Alkohol und Aether. — **Harnsaures Natron** in den sogenannten Gichtconcretionen und Blasensteinen.

6) **Schwefeleisen**, in grösserer Menge mit blossem Auge als schwarze, blauschwarze oder schwarzgrüne Ablagerung erkennbar, erscheint unter dem Mikroskope als feinkörniger Niederschlag, der sich in Säuren löst (während schwarzes körniges Pigment und der zersetzte Blutfarbstoff von Säuren nicht aufgelöst werden) und aus dieser Lösung durch hydrothionsaures Ammoniak wieder mit schwarzer Farbe gefällt wird. Die Körnchen sind bisweilen in Zellen eingeschlossen.

7) **Farbstoffe.** Von diesen kommt vor: der **Gallenfarbstoff**, *Cholepyrrhin* (s. S. 126), als feinkörniger Niederschlag von gelbbrauner Farbe. — Der **Blutfarbstoff** (s. S. 133), welcher diffus, körnig und krystallinisch auftreten kann. Die Krystalle (Hämatoidin-Krystalle, Xanthose) sind meist ziegelroth oder hellgelbroth, rubinroth, stets regelmässig gebildete, schiefe rhombische Säulen, die sich häufig mehr in die Breite als in die Dicke und meist mehr in die Länge als in die Breite ausdehnen. Sie finden sich bald so klein, dass man sie fast nur noch als kleine Stäbchen erkennt, bald so gross, dass sie ziemlich bedeutenden Trippelphosphaten des Harnes gleichkommen. — Das **schwarze körnige Pigment** (Melanin) tritt in Form von Molecularkörnchen auf, die frei oder in Zellen eingeschlossen sind.

b. **Concretionen in Höhlen.** Sie sind entweder hart oder weich, haben im Allgemeinen eine blättrige Structur und sind in concentrische Schichten gelagert; sie entstehen fast immer aus Niederschlägen und zwar auf verschiedene Weise: 1) indem eine grössere Menge des Niedergeschlagenen für sich eine zusammenhängende krystallinische Masse bildet (Steine), oder dadurch 2) dass die gefällten nicht zusammenhängenden Substanzen durch ein Bindemittel (Schleim, Harz, Proteinstoffe u. s. f.) mit einander vereinigt werden (Steine); oder 3) dass sich eine unorganische Substanz auf einen fremden Körper niederschlägt (Incrustation); oder 4) dass in Folge von Exosmose und Verdunstung der wässerigen Bestandtheile eines Secrets die übrigbleibenden festern eindicken und vertrocknen (Concretionen in den Schleim- und Talgdrüsen u. s. w.). Um die erste Anlage einer Concretion (den Kern bildend, der auch von einem fremden von aussen eingedrungenen Körper, von Blut-, Schleim- oder Faserstoffcoagulum dargestellt werden kann) lagern sich bisweilen allmälig neue Bestandtheile, von derselben oder von anderer Art als die des Kernes, schichtweise (concentrisch) oder in Blättern, Höckern, Spitzen u. s. w. ab, wodurch Concretionen von der verschiedensten Grösse (Steine, Sand oder Gries), Form, Consistenz und Textur entstehen können. Die Concretionen liegen entweder locker in den Höhlen, oder sind, indem sie dieselben ganz ausfüllen, eingekeilt und fest, oder sie sind durch ein Bindemittel (eingedickten Schleim, Faserstoff) an die Wand der Höhle befestigt (wandständig), oder sie werden von der Wand mehr oder weniger umschlossen (eingekapselt, eingesackt). Es gibt folgende Concretionen:

1) **Speichelsteine** bilden sich in den Speichelkanälen, besonders im *ductus Warthonianus* (selten in den Drüsen), oft sehr schnell aus dem Speichel, sind in der Regel weisslich, von erdiger kreidiger Beschaffenheit, nicht krystallinisch, und bestehen hauptsächlich aus Kalksalzen (phosphor- und kohlensaurem Kalke), die durch thierische Materien (Schleim) vereinigt sind.

2) **Weinstein**, besteht aus einem Niederschlage von Kalksalzen theils aus dem Speichel, theils aus dem Secrete der sogenannten Weinsteindrüsen (*glandulae tartaricae*; Bd. I. S. 654); auch soll er von den Panzern eines Infusionsthierchens, *Denticola* genannt, mit gebildet werden, welches sich wahrscheinlich bei der Gährung der zwischen den Zähnen befindlichen Speisereste entwickelt.

3) **Thränensteine**, bilden sich aus den Thränen in der Thränendrüse, zwischen den Augenlidern, im Thränensacke und Thränenkanale, und bestehen hauptsächlich aus Kalksalzen (phosphorsaurem) und Augenbutter.

4) **Mandelsteine**, in Vertiefungen der Tonsillen, sind unebener als die Speichelsteine und meist von dunkelbrauner Farbe, doch sonst wie diese zusammengesetzt.

5) **Kehlkopfsteine**, in den Morgagnischen Taschen des Larynx, enthalten bisweilen einen Kern aus geronnenem Blute, und bestehen übrigens aus Kalksalzen und Schleim.

6) **Darmsteine**, Concretionen (meist mürbe), die sich im Darmkanale selbst gebildet haben, und nicht erst aus andern Organen dahin gelangt sind (wie Gallen- oder Pancreassteine). Sie sind beim Menschen weit seltener als bei Thieren (vorzüglich gibt es beim Pferde bisweilen sehr grosse **Hippolithen**), und finden sich bei ersterem noch am häufigsten im Wurmfortsatze und Cöcum. Einige der Darmconcretionen entstehen durch Verkreidung oder Incrustation eines Faserstoff- oder Blutcoagulums; andere durch

Niederschlagen von Kalksalzen aus den Darmflüssigkeiten auf Speisereste oder fremde Körper; noch andere durch Zusammenlöthung von Speiseresten. — Zu den Concretionen in den Gedärmen der vierfüssigen (wilden) Thiere gehören die sogenannten Bezoarsteine (orientalische und occidentalische), von welchen der aus dem Darme der Bezoarziege *(capra aegagrus)* früher am gesuchtesten war. Sie bestehen hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk und Talkerdeammoniak nebst einem harzigen Stoffe, auch hat man Lithofellinsäure (und Ellogsäure?) in den ächten orientalischen Bezoaren gefunden. Zu den falschen Bezoaren rechnet man die Aegagropilen oder die filzartigen, durch Darmschleim an einander geklebten und zusammengeballten Haare, die sich im Magen vierfüssiger Thiere und namentlich der Wiederkäuer finden.

7) **Gallensteine** (Chololithen, *calculi biliares*), sind Niederschläge aus der Galle, bilden sich bei zu langer Zurückhaltung und Eindickung derselben oder bei grossem Reichthume der Galle an gewissen Bestandtheilen, die sich dann leicht fällen, und finden sich bald in der Leber (Lebersteine), bald in den Gallengängen, am häufigsten in der Gallenblase. Die Eigenschaften der Gallensteine, ihre Anzahl, Grösse, Form, Farbe, Consistenz und Gefüge bieten, besonders wegen ihrer sehr verschiedenen chemischen Zusammensetzung, die grösste Mannichfaltigkeit dar. Die Bestandtheile derselben können nämlich sein: *a)* eingedickte Galle; sie bildet bisweilen kleine unregelmässige oder der Form des Behälters entsprechende, weiche wachsähnliche Concretionen; nicht selten constituirt sie den Kern anderer Gallensteine. — *b)* Gallenfett (Gallentalg, Cholestearine), findet sich in fast allen Steinen und bildet gewöhnlich den grössten Antheil derselben. Der äussere weisse, perlmutterähnlich glänzende, oder trübe fettige Ueberzug, die strahligen durchscheinenden Schichten, die krystallinischen farblosen Massen mit glänzendem faserigen Bruch und warziger Oberfläche, die Gallensteine von weisslichem, seifenartigem Ansehen, die durch Reiben Wachsglanz bekommen, werden vom Gallenfett gebildet. — *c)* Gallenfarbstoff (Cholepyrrhin), bildet gelbbraune, roth- oder dunkelbraune, fast schwarze Schichten oder ganze Steine von erdigem Bruche, mit höckeriger, maulbeerartiger Oberfläche, sie bekommen durch Reiben keinen Wachsglanz; bisweilen stellt dieser Farbstoff kleine traubenförmige, ästige, schwärzlichgrüne Steinchen dar. — *d)* Kalksalze. Man hat neuerlich in den Gallensteinen einen reichlichern Kalkgehalt als in der normalen Galle gefunden, und glaubt deshalb, dass das erste Moment für die Steinbildung in Kalkausscheidung entweder aus der Galle oder durch die Schleimhaut bestehe. — Gallensteine, die vorzugsweise aus kohlensaurem Kalk bestehen, sind krystallinisch, mit höckeriger, scharfkantiger, in Spitzen auslaufender Oberfläche, und von heller, bisweilen etwas bräunlicher Farbe. — Diese genannten Bestandtheile treten in sehr verschiedenen Verhältnissen, oft noch mit Schleim und Epithelium, Gallensäure und Margarin u. s. w. verbunden, zur Bildung der Gallensteine zusammen. Manche dieser Steine bestehen nur oder wenigstens vorzugsweise aus einer dieser Substanzen, andere sind aus (concentrischen) Schichten derselben zusammengesetzt; in einigen liegt der Kern (entweder von einem fremden Körper, oder aus Schleim, Epithelium und Gallenfarbstoff gebildet) im Centrum, in andern excentrisch, bisweilen finden sich zwei Kerne vor; manchmal hat sich durch Verschrumpfung des Kernes eine Höhle im Innern des Steines gebildet.

8) **Harnsteine**, *calculi urinarii*, steinige Concretionen aus dem Urin, die sich an allen Stellen der Harnwege, vorzugsweise aber in der Blase (Blasensteine), den Nierenkelchen und Nierenbecken (Nierensteine) bilden können, entweder secundär durch Niederschlagen von Harnbestandtheilen um einen fremden, den Kern der Concretion bildenden Körper (Schleim-, Blut- oder Faserstoffcoagulum, von aussen eingedrungene Stoffe), oder primär durch widernatürliche Absetzung, Anhäufung und Vereinigung von Harngries (Harnsand, roth und vorherrschend aus Harnsäure, weiss und aus phosphorsauren Salzen bestehend). Die Bestandtheile der Harnsteine können sehr mannichfaltige sein, und deshalb sind auch die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Steine sehr verschieden. Es sind: *a)* Harnsäure; sie findet sich in den weissen Harnsteinen, vorzüglich im Kerne; dieselben sind gewöhnlich sehr hart, von nicht beträchtlicher Grösse, rundlich und glatt (seltner höckerig), von blättrigem Gefüge, gelblich, röthlich oder rothbraun vom beigemengten Harnfarbstoff (seltner weiss, aus reiner Harnsäure). Werden diese Steine (und die aus harnsauren Salzen, welche leichter als die Harnsäure durch heisses Wasser gelöst werden) in Salpetersäure unter Erwärmen aufgelöst, dann die Lösung bis fast zur Trockne verdunstet und nun etwas Ammoniak zugesetzt, so nimmt die Masse eine sehr schöne Purpurfarbe an. — *b)* Harnsaures Ammoniak bildet allein selten und nur kleine Steine, von lehmgelber oder röthlichgelber, selten von weisslicher Farbe, mit glatter oder feinwarziger Oberfläche, erdigem oder geschichtetem Bruche. — *c)* Harnsaures Natron, harnsaure Magnesia und harnsaurer Kalk kommen ebenfalls als Bestandtheile, nur nicht als alleinige der Harnsteine vor. — *d)* Harnige Säure (Xanthin, Harnoxyd) findet sich sehr selten in Harnsteinen. Da sie eine geringere Oxydationsstufe als die Harnsäure einnimmt, so wird sie vielleicht bei mangelhafter Sauerstoffzufuhr anstatt des Harnstoffes oder der Harnsäure gebildet. — *e)* Blasenoxyd, Cystin, ist ebenfalls selten und in solchen Harnsteinen (besonders bei Kindern) zu finden, welche eine gelbliche Farbe, glatte Oberfläche und ein krystallinisches Ansehen auf dem Bruche haben. Man erhält es durch Auflösen derselben in kaustischem Ammoniak und freiwilliges Verdunsten als farblose, regelmässige sechsseitige Täfelchen. — *f)* Phosphorsaurer Kalk bildet selten allein einen Harnstein, eher thut dies die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, gewöhnlich sind beide Salze zugleich vorhanden. Die von ihnen gebildeten Steine sind klein, weisslich, leicht zerbrechlich, erdig oder kreidig, porös, oder geschichtet, oft mit glänzendem, krystallinischem Ueberzuge. Sie lösen sich in Säuren ohne Aufbrausen und ihre Bestandtheile werden aus dieser Lösung unverändert wieder gefällt. Nicht selten findet sich auch noch kohlensaurer Kalk in solchen Steinen. — *g)* Sauerkleesaurer (oxalsaurer) Kalk setzt oft die Harnsteine zusammen; dieselben sind bisweilen sehr gross und hart, von rauher, höckeriger, war-

ziger Oberfläche (Maulbeersteine), meist dunkelbraun oder schwarz; oder sie sind kleiner, blässer und glatt (Hanfsamensteine). Sie lösen sich nicht im kaustischen Kali, wohl aber in Salzsäure (besonders kochender). — Ausser den genannten Stoffen nehmen oft auch noch: Schleim, Proteinstoffe, Fett, Blutcoagula u. s. w. Theil an der Bildung der Harnsteine. In der Mehrzahl der Fälle gehen gleichzeitig mehrere Bestandtheile in die Bildung derselben ein, und zwar so, dass sie entweder innig mit einander gemengt sind oder sich schichtweise um einander lagern. Der Kern besteht gewöhnlich aus einem andern Stoffe als der übrige Theil des Steines, meist aus Harnsäure und harnsaurem Ammoniak oder aus organischer Materie, die durch ihr Vertrocknen den Kern locker machen oder eine Höhlung im Innern des Steines erzeugen kann. Bisweilen wird mit Hülfe eines Bindemittels ein Stein aus Gries oder mehrern kleinern Steinchen zusammengesetzt.

9) **Prostatasteine** (Prostatasand), in den Ausführungsgängen der Vorsteherdrüse, oft in beträchtlicher Anzahl, aber klein (stecknadelkopf-, erbsengross), besonders im vorgerückten Alter. Sie sind sehr hart und glänzend, von schwärzlicher, brauner, roth- oder gelbbrauner Farbe, krystallinisch oder geschichtet, bisweilen polyedrisch. Sie bestehen aus phosphorsaurem Kalk und thierischer Materie. — In den Samenkanälen und Bläschen kommen bisweilen ähnliche Concretionen vor.

10) **Gelenkconcretionen**. In den Gelenkhöhlen (oder zwischen den Lamellen der Gelenkkapsel) finden sich bisweilen aus Kalksalzen gebildete, weissgelbliche, rauhe oder glatte Körperchen von der verschiedensten Gestalt und Grösse, die entweder frei oder an die Synovialkapsel befestigt sind, und wohl immer als Folgen der Entzündung der Synovialkapsel (als verkreidete oder verknöcherte Exsudate) betrachtet werden können. Sie werden theils Gelenkmäuse, theils Gichtconcremente (arthritische Tuffsteine) genannt. Die erstern bestehen entweder aus verknöchertem Callus oder aus verkreidetem Faserstoffe, die letztern sollen hauptsächlich aus einem thierischen Stoffe (Gallerte) und harn- oder phosphorsaurem Kalke bestehen.

11) **Venensteine**, Phlebolithen, sind meist runde oder ovale, glatte, weissgelbliche oder röthliche, hanfkorn-, erbsen-, bohnen- und selbst haselnussgrosse Körperchen, welche in dem Kanale erweiterter Venen (besonders des Beckens), locker, eingekeilt oder angeheftet und abgesackt gefunden werden. Sie entstehen durch Verkreidung eines Blut-Faserstoff-Gerinnsels, und bestehen hauptsächlich aus thierischer Materie und phosphor- und kohlensaurem Kalke.

c. **Concretionen im Parenchyme.** Diese bilden sich stets aus Stoffen hervor, die vom Blute ausgeschieden wurden, nämlich sowohl aus der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit, wie auch aus pathologischen Exsudaten. Da diese nun nicht von so verschiedener Art sind, wie die Bestandtheile der Se- und Excrete, so zeigen auch diese Concretionen in ihrer Zusammensetzung keine grosse Mannichfaltigkeit. Sie bestehen hauptsächlich aus Erdsalzen (phosphor- und kohlensaurem Kalke, phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, kohlensaurer Magnesia, Kieselerde), seltener aus alkalinischen Salzen (Chlornatrium, phosphor- und schwefelsaurem Natron u. s. w.), wozu sich nicht selten Fette (besonders Cholestearin) gesellen; auch harnsaures Natron findet sich bisweilen darin. Diese Concretionen kommen durch Freiwerden, Niederschlagen und Zurückbleiben der genannten Salze zu Stande. Die Formen, unter denen diese Concretionen auftreten, sind: Niederschläge auf organische oder fremde Stoffe (Incrustationen), oder in Flüssigkeiten (Verkreidung), oder zwischen die Elemente organisirter Theile (Verknöcherung); selten isolirte Steine. Auch mikroskopische Zellen hat man mit Kalksalzen in molecularer Form ausgefüllt gefunden (Zellenincrustation; im *plexus choroideus*). Die Bedingungen der Bildung dieser Concretionen sind noch nicht ganz klar; wahrscheinlich bestehen sie: in Zurückbleiben der unorganischen Bestandtheile (eines Gewebes oder einer Flüssigkeit) nach Resorption oder weiterer Fortbildung der organischen; in Zersetzung der Gewebe oder der Flüssigkeit und Freiwerden der unorganischen Bestandtheile derselben; in einem abnormen Reichthume des Blastems an Salzen.

1) **Verknöcherung** durch Ablagerung von Kalksalzen, ohne Bildung von wirklichem Knochen- oder knochenähnlichem Gewebe, findet sich nur in fibroiden Neubildungen und im Alter in der Arterienwand (Ringfaser- und gefensterter Haut).

2) **Verkreidung**, Freiwerden von Kalksalzen in Flüssigkeiten albuminöser oder faserstoffiger Natur, ist stets von Fettausscheidung (Cholestearin) begleitet, so dass die Flüssigkeit zuerst die Consistenz eines fettigen Kalkbreies, später die eines Mörtels annimmt und zuletzt steinartig wird. Hierher gehören: die Verknöcherungen in den Arterien und Venen, in den Vegetationen an den Herzklappen, im Eiter, Tuberkel, Krebs.

B. Organisirte pathologische Gebilde. Diese Neugebilde, denen die verschiedensten physikalischen Eigenschaften zukommen

können, bestehen hauptsächlich aus organischer Materie, vorzüglich aus Proteinstoffen und Fett, und in ihnen entwickeln sich deshalb auch die organischen Elementarformen, nämlich Zellen und Fasern. Je nachdem sich nun die Zellen und Fasern zu einer einem physiologischen Gewebe mehr oder weniger ähnlichen Substanz fortbilden, eine desto höhere oder niedere Organisationsstufe nimmt das pathologische Gebilde ein. Es lassen sich etwa folgende Stufen der Organisation beobachten: eine flüssige Grundmasse (Stroma) mit Körnchen, Kernen und Zellen, welche von den normalen verschiedentlich abweichen; festes amorphes oder faseriges Stroma mit Zellen; faseriges oder faserknorpliges Gewebe; einem physiologischen Gewebe ähnliches Gebilde mit oder ohne Gefässneubildung. — Das Cytoblastem für diese organisirten Neugebilde stammt stets aus dem Blutplasma, ist bei seiner Bildung stets flüssig und amorph, kann aber dann erstarren und aus dieser festen Form heraus sich entweder sogleich organisiren (mittels Faser- und Membranbildung) oder, ehe dies geschieht, sich wieder verflüssigen. Meistens ist das Blastem zusammengesetzt aus Wasser, flüssigem Eiweiss und flüssigem Faserstoff, Fett, extractartigen Materien, verschiedenen Salzen. Der Faserstoff scheint die zum Entstehen organisirter Neubildung unentbehrliche Substanz zu sein. Uebrigens kann das Blastem langsam, in kleinen Portionen und ganz unmerklich, oder rasch, in grosser Menge und unter merklichen Erscheinungen (der Entzündung) ausgeschieden werden. Es braucht auch nicht blos durch Exsudation aus dem Blute zu Stande zu kommen, auch gestörte Resorption der Lymphgefässe (wobei nach den Gesetzen der Enosmose plastische Bestandtheile nicht resorbirt werden) kann Grund zu einem solchen Blastem legen. Das Wachsthum der Neugebilde anlangend, so gibt es deren, die, einmal entstanden, nie mehr wachsen; andere (gefässlose) vergrössern sich durch Juxtaposition gleichmässiger Massen an der Peripherie; einige erzeugen dagegen in sich selbst neues Gewebe durch Intussusception neuen Blastems. Die Ursachen, warum sich ein Cytoblastem zu diesem oder jenem pathologischen Gebilde entwickelt, sind noch dunkel und wahrscheinlich wirken ausser der dem Cytoblastem als solchen wesentlich zukommenden Entwickelungsfähigkeit oft noch sehr verschiedene, ausserhalb des Blastems liegende, und häufig gewiss auch sehr zufällige Ursachen dabei mit, wie: das Mischungsverhältniss der einzelnen Bestandtheile des Blastems, sein Flüssigkeitsgrad und seine Menge, die umgebende Temperatur, der Modus der Ausschwitzung des Blastems, der Einfluss der Nachbartheile (ihre Assimilations- und Lebensthätigkeit) u. s. w. Höchst wahrscheinlich hat auch die verschiedene Beschaffenheit des Blutes grossen Einfluss darauf.

Entwickelungsweise organisirter pathologischer Neubildungen. Dass diese Entwickelung durch die von *Schwann* angegebene Zellenbildung (s. S. 147) in vielen Fällen zu Stande kommt, ist gar nicht zu bezweifeln. Am deutlichsten zeigt sich dies bei der Bildung der Eiterkörperchen; denn man sieht hier zuerst im flüssigen Blastem viele Körnchen und isolirte Kerne, später erscheinen einzelne derselben mit einer ganz zarten durchsichtigen Zellenmembran umgeben; und noch später hat sich die Zellen-

wand so verdickt, dass man den Kern nicht mehr durch sie hindurchsieht. Allein es werden auch Bildungen beobachtet, welche mit dieser Theorie nicht übereinstimmen oder wenigstens eine Modification derselben nöthig machen. So muss bisweilen die Präexistenz des Kernkörperchens vor dem Kerne bezweifelt werden; auch können manchmal Zellen sofort ohne vorherige Kernbildung entstehen; in einigen Fällen scheint auch der körnige und kernige Inhalt einer Zelle erst innerhalb der Höhle derselben sich zu bilden, in andern scheinen dagegen schon gebildete Körnchen und Kerne sich mit einer Zellenmembran zu umgeben. Ferner kommt auch Faser- und Membranbildung ohne vorherige Zellenbildung aus dem erstarrten Faserstoffexsudate zu Stande.

Der Zellenkern pathologischer Bildungen zeigt sich von verschiedener Form und Grösse, ist bald rundlich, bald oval, bisweilen in die Länge gezogen und zugespitzt, bald concentrisch, bald excentrisch (frei oder wandständig) liegend, mit (1—4) und ohne Kernkörperchen. In vielen Fällen ist der Kern bestimmt abgegränzt, mit scharfen regelmässigen Contouren, in andern nicht und dann scheint er nur ein Aggregat von kleinern unbestimmten Körnchen oder eine weiche Masse von unbestimmter Begränzung zu sein. Von Essigsäure wird der Cytoblast nicht angegriffen (wie die Zellenwand), doch kann er dadurch bisweilen, wie in den Eiterkörperchen, in mehrere kleinere Körnchen zerfällt werden. Kaustisches Ammoniak und Kali lösen den Zellenkern sammt der Zellenwand auf, so dass nur noch kleine Fettkörnchen zurückbleiben.

Die **Zellen** pathologischer Bildungen schwanken sehr in Form, Grösse und Inhalt; gewöhnlich sind sie rundlich oder oval, manchmal in die Länge gezogen, geschwänzt oder spindelförmig, auch wohl ganz unregelmässig. Selten lässt sich an ihnen eine deutliche, membranöse Wand erkennen; ihr Inhalt besteht aus Flüssigkeit mit Körnchen (aus Fett, Pigment oder Kalksalzen) oder Kernen. Die Zellenwand ist anfangs homogen und wird später durch eine sich an dieselbe anlagernde körnige (wahrscheinlich fettige) Masse getrübt. Was die manchen Zellen pathologischer Gebilde zukommende Vermehrung und weitere Umbildung betrifft, so kommt sie mit der der Zellen normaler Gewebe so ziemlich überein (s. S. 148).

Die mikroskopischen Körperchen in pathologischen Neubildungen können sonach Elementarkörnchen, Kernkörperchen, Kerne und Zellen von der verschiedensten Form und Grösse sein. Man hat folgende Formen besonders bezeichnet: 1) Exsudatkörperchen *(Valentin's)*: rundliche, mehr oder minder warzige, von Eiterkörperchen besonders durch ihre weisse Farbe unterscheidbare Elemente, welche sich pflasterförmig zusammenlagern und sich zu Eiterzellen umwandeln sollen. Es scheinen Kerne *(nuclei)* zu sein, welche Kernkörperchen *(nucleoli)* enthalten. Man findet sie nach *Henle* häufiger in festen als flüssigen Exsudaten: sie sind kugelrund, bläschenförmig, mit rauher Oberfläche und körnigem Inhalte, von 0,002—0,005''' Dm.; in Wasser und Essigsäure verändern sie sich nicht. — 2) Entzündungskugeln, d. s. Conglomerate von Körnchen (einfache Körnerhaufen), welche ohne membranöse Hülle, durch ein festweiches, formloses, gallertartiges (eiweissiges) Bindemittel zusammengehalten werden; sie sind bei auffallendem Lichte weiss, bei durchfallendem gelb, in's Bräunliche; die kleinern kugelig, die grössern rundlich, oval, kolbig, und fast immer platt. Die Körnchen, welche die Aggregate bilden, sind vermöge ihrer dunklen Contouren kleinen Fettkügelchen und Elementarkörnchen ähnlich; in einem Conglomerate finden sich nicht selten eins oder zwei, aber auch mehrere grössere Körnchen, die sich dann deutlich als Fettbläschen erweisen. Essigsäure löst das Bindemittel auf und bewirkt dadurch, dass die Körnchen, welche durch dieses Reagens nicht angegriffen werden, sich von einander trennen. Von den Exsudatkörperchen unterscheiden sich die Entzündungskugeln durch ihre Dunkelheit, sowie durch geringere Regelmässigkeit der äussern Contouren, denn während an dem kreisrunden Rande der Exsudatkörperchen die kleinen aufsitzenden oder eingeschlossenen Molecule nur geringe Unebenheiten erzeugen, wird der Rand der Entzündungskugeln vorzugsweise durch die unregelmässig zusammengelagerten, grössern Körner gebildet und erscheint daher nicht sowohl rauh als zackig. Nicht selten hat man zwischen den Körnern der Entzündungskugeln Blutkörperchen beobachtet. *Vogel* hält die Entzündungskugeln theils für zerfallene Körnchenzellen, theils für aggregirte Elementarkörnchen; sie entstehen übrigens auch in Blastemen ohne alle Entzündung (s. später bei Körnchenzellen-Bildungsprocess). — 3) Eiterkörperchen: sind rundliche Zellen, welche nach *Vogel* um so regelmässiger sind, je normaler der Eiter, und um so unregelmässiger (länglich, oval, höckerig), je mehr der Eiter von der Norm abweicht. Ihr Durchmesser schwankt zwischen $^1/_{200}$ und $^1/_{300}$''', selten steigt er bis zu $^1/_{150}$''', noch seltener fällt er bis zu $^1/_{400}$'''. Gewöhnlich sind die Eiterkörperchen undurchsichtig, derb, an ihrer Oberfläche uneben und granulirt (mit sehr kleinen Körnchen besetzt), seltener sehr zart, blass, durchsichtig, ganz glatt und eben. Einzeln erscheinen sie farblos, in Haufen gelblich; sie sind wenig elastisch, weich und lassen sich zu einer amorphen, breiähnlichen Masse zerdrücken; wegen ihrer grössern specifischen Schwere sinken sie im Eiterserum allmälig zu Boden. Diese Zellen haben einen deutlichen, excentrisch liegenden und an die Zellenwand befestigten (faserstoffigen) Kern, der aber meistens durch die granulirte Hülle verdeckt ist und deshalb erst durch Essigsäure sichtbar wird. Dieser Kern ist gewöhnlicher ein aus mehreren (2—5) kleinern Körperchen zusammengesetzter (charakteristisch für den normalen Eiter), als ein einfacher und (ganz selten) mit einem Kernkörperchen versehener. Einzelne grössere Eiterkörperchen (von $^1/_{100}$—$^1/_{80}$''' Dm.) zeigen bisweilen mehrere (3—4) zusammengesetzte Kerne. Die (eiweissige) Zellenwand ist mehr oder weniger dick, glatt oder granulirt, und umschliesst das Kerngebilde mehr oder weniger eng; der Zelleninhalt ist entweder flüssig und eiweisshaltig, oder körnig, bisweilen

ist er mit der Wand so verschmolzen, dass beide nur eine festweiche Substanz bilden, in welche das Kerngebilde eingebettet ist. — 4) **Exsudatzellen**: den Eiterkörperchen so ziemlich ähnliche Zellen, aber mit einfachem, nicht mit getheiltem oder theilbarem Kern; sie gleichen den Epitheliumzellen; ihr Kern ist rund oder oval, einfach oder körnig, enthält Kernkörperchen oder nicht; die Schale, durchsichtig oder schwachkörnig, löst sich in Essigsäure. Sie kommen seltener vor. — 5) **Körnchenzellen** *(Vogel)*, **gefüllte Zellen** *(Henle)*: Zellen, welche von dunklen, den Elementarkörperchen ähnlichen Moleculen, zwischen denen ein körniger Kern (mit einem Kernkörperchen) liegt, mehr oder weniger erfüllt sind (also Entzündungskugeln mit einer hellen Zellenwand). Ihre Grösse ist meist beträchtlicher als die der Eiterkörperchen; die Körnchen derselben sind in Essigsäure und Kali unlöslich, dagegen lösen sie sich in Aether, bestehen also aus Fett. Nach *Vogel* stellen die Körnchenzellen Körper von 1/200—1/30''' Dm. dar, die theils vollkommen rund und kugelig, theils oblong, unregelmässig, selbst eckig sind. Sie erscheinen auf den ersten Blick als ein Agglomerat von kleinen Körnchen (von 1/800—1/1000''' Dm.); bei durchfallendem Lichte sehen sie dunkel, braun oder schwärzlich, bei auffallendem Lichte weiss. Die neuesten Untersuchungen lehren, dass Körnchenzellen sich aus Kernzellen entwickeln können und dass dies bei Fettbildung ebensowohl in physiologischen wie pathologischen Theilen der Fall ist. — 6) **Keimschläuche** nennt *Engel* Röhren von 0,002''—0,005'' im Dm., die man in krankhaften Geschwülsten mit einer Menge von Kernen und Zellen gefüllt antrifft. Sie bestehen aus einer vollkommen farblosen, durchsichtigen, structurlosen Haut, sind in der Regel einfach ohne Aeste, scheinen unter sich in keinem Zusammenhange zu stehen und finden sich frei in der Aftermasse. *Rokitansky* fand diese Keimschläuche ebenfalls, und nennt die in festen Blastemen vorkommenden ähnlichen Gebilde **röhrige Fasern**, dagegen die in flüssigem Blasteme sich findenden eigentlichen Keimschläuche die **schlauchartigen Gebilde**. Die röhrigen Fasern stellen Schläuche von etwa 1/100—1/10 Mill. Dm. mit kolbig erweiterten oder spitzen Enden dar, welche sich häufig verästeln. Ihre Wand ist eine je nach der Dicke mit ein- oder zweifachem Contour versehene hyaline, structurlose, häufig sich wellenartig kräuselnde Membran; den Inhalt bilden Elementarkörnchen, Pigmentkörner, Kernbildungen, Zellen, amorphes Blastem. Die röhrige Faser wird in ihrer Wand zur Zellgewebsfibrille, oder es entwickelt sich eine solche Faserung vorerst in dem Blastem innerhalb des Schlauches nach Art eines zartfaserigen, wellig gekräuselten Achsencylinders. Die schlauchartigen Gebilde haben nach *R.* die functionelle Bedeutung der Mutterzelle mit ihren Brutelementen und scheinen durch Verschmelzung an einander gereihter kernloser oder kernhaltiger Zellen zu entstehen. Es sind Schläuche von 1/100—1/10 Mill. Dm., welche Kerne und Zellen in verschiedener Menge einschliessen, structurlose Wände haben, an denen bisweilen aber Kerne (bisweilen mehrere wechselständige) wahrzunehmen sind. *Bruch* beobachtete in Krebsen ebenfalls Schläuche, aber zum Theil mit Blutkörperchen gefüllt, nennt sie **schlauchartige Gefässneubildungen** und vermuthet, dass dieselben identisch seien mit den Keimschläuchen. — *Henle's* **Siphonoma** besteht aus mit Körnchen gefüllten, röhrigen Fasern, die *Bruch* für das unreife Gefässgerüste eines sehr weichen Markschwammes ansieht, das nach Auswaschen der Markmasse übrig geblieben war.

Membran- und Faserbildung ohne vorausgegangene Kern- und Zellenbildung. Nach *Engel* kann der festgeronnene Faserstoff (sowie auch das geronnene Eiweiss) unmittelbar zur Membran und dann zur Faser, oder auch gleich zunächst zur Faser werden, wodurch er sich zu leimgebendem Gewebe umwandelt. Der Vorgang hierbei ist folgender: *a)* der festgeronnene Faserstoff spaltet sich der Länge nach in Streifen von 0,0003 P. Z. Breite, die an den Enden leicht zugespitzt sind und deren Contouren unregelmässige säge- oder zahnförmige Linien darstellen. An der Oberfläche dieser Streifen bemerkt man höchstens unregelmässig zerstreute Körnchen, aber keine Kerne. Jeder dieser Streifen zerfällt von einem Ende her in eine grosse Anzahl Fasern, ganz analog den Zellgewebsfasern, und diese Theilung schreitet von dem einen Ende gegen das andere vor, bis endlich der ganze Streifen in ein Bündel selbstständiger Fasern zerfallen ist; diese zeigen mit Essigsäure behandelt keinen Kern. Im Augenblicke, wo die Theilung beginnt, wird die Elasticität der Fasern durch die wellenförmige Kräuselung derselben angedeutet; die Fasern sind **Zellgewebsfasern**. *b)* Eine in Form einer Membran geronnene Partie Faserstoffs wird nach und nach heller und durchsichtiger, dabei aber auch elastisch und spröde. Es entstehen durch spätere Atrophie zahlreiche grössere und kleinere unregelmässige Löcher und der zurückgebliebene Faserstoff zeigt ein dichtes Netz breiter Fasern, welche häufig unter einander anastomosiren und ein Netz **elastischer** Fasern darstellen. *c)* Der Faserstoff gerinnt in Form einer Membran, die allmälig durchsichtiger wird, dabei aber an Sprödigkeit und Elasticität gewinnt, sich später in longitudinale oder transversale Streifen spaltet, die ihrerseits wieder in eine Menge paralleler **Zellgewebsfäden** zerfallen. *d)* Oder es bilden sich durch Spaltung der Membran Fasern, welche den **elastischen Fasern** gleich kommen.

I. Neubildungen auf der niedrigsten Organisationsstufe.

Diese pathologischen Bildungen bestehen entweder zum grössten Theile aus flüssigem Blasteme, in welchem sich organische (thierische und pflanzliche) Elementarformen (Körnchen, Kerne, Zellen) gebildet haben, oder sie bestehen aus einer Anhäufung niederer Zellen, die zu irgend einem Gewebe sich fortzubilden unfähig sind. Es gehören hierher: der Eiter, das Kolloid, freies Fett, die Speckbildung, die Typhus-, Tuberkel- und Krebsmasse.

1) Der (gute) **Eiter** ist eine aus albuminösem Exsudate hervorgebildete, rahmartige, dickliche, fettig-glutinöse, vollkommen gleichartige, schwach gelbliche oder grünliche Flüssigkeit von fadem, schwachsüsslichem Geruche und Geschmacke, welche aus einer farblosen, dem Blutserum ziemlich gleichen wässerigen Flüssigkeit, dem **Eiter-**

serum, und aus vielen auf S. 162 erwähnten mikroskopischen Körperchen, besonders aber aus Eiterkörperchen besteht. Das Eiterserum ist aus Wasser, Eiweiss, Fett, extractartigen Stoffen und verschiedenen Salzen zusammengesetzt; bisweilen sind ihm noch beigemischt: Epithelial- und Drüsenzellen, Blutkörperchen, Schleim, Faserstoffgerinnsel, Krystalle von Cholestearin oder phosphorsaurer Ammoniakmagnesia. Durch diese Beimischung kann der Eiter in seiner Beschaffenheit verschiedentlich verändert werden. Auch die Eiterkörperchen können sich dabei auf verschiedene Weise verhalten, sie werden nämlich bisweilen länglich, eckig, kolbig oder höckerig, zeigen sich auch kernlos und zerfallen in körnige Molecule, was bei dem Uebergange des Eiters in Jauche stattfindet. Man schied aus dem Eiter auch eine schleimige Materie ab, welche für denselben charakteristisch sein sollte, *Pyin* (Proteïntritoxyd) genannt wurde, sich aber auch im gesunden und entzündlichen Blute, in Exsudatflüssigkeiten, pathologischen Geschwülsten findet, und eine noch nicht genau erforschte, jedenfalls eine Proteïnsubstanz ist. — Unter falschem, uneigentlichem Eiter versteht man gewöhnlich eine eiterähnliche dickliche Flüssigkeit, welche durch Zerfliessen fester Materie, als: des Faserstoffs, der Typhus-, Tuberkel- und Krebsmasse entsteht. — Der Eiter ist zur Bildung eines physiologischen (Narben-) Gewebes unfähig, nur der mit ihm zugleich gebildete faserstoffige, organisationsfähige Antheil des Exsudates (die Eiterplacenta) dient zur Erzeugung der Granulationen und so zur Bildung des Narbengewebes. Der Eiter selbst, dem übrigens eine macerirende Fähigkeit zukommt, wird entweder nach aussen entleert, oder nach dem Zerfallen seiner Zellen resorbirt, oder eingedickt, fettig und verkreidet, oder er entartet zu corrodirender Jauche.

2) **Kolloid, kolloide Substanz,** ist eine halbflüssige, klebrige, einer saturirten Gummi- oder Leimauflösung ähnliche Substanz von honig- oder weingelber, brauner, grüner, selbst schwärzlicher Färbung; entweder hell und durchsichtig, oder trübe und flockig. Einige glauben, dass diese gallertartige Masse Faserstoff (Pseudofibrin) enthalte; dagegen konnte sie *Mulder* nicht für eine Proteïnsubstanz anerkennen, da sie mit Salpetersäure keine Xanthoproteïnsäure bildet und ihre Lösung in Essigsäure durch Kaliumeisencyanür nicht niedergeschlagen wird. Bis jetzt ist noch nicht nachgewiesen, ob die kolloide Substanz als solche aus dem Blute abgeschieden wird, oder ob sie blos eine in der Verwandlung begriffene (Proteïn-) Materie ist. Man vermuthet, dass aus ihr Krebs- und Tuberkelmasse hervorgehe; übrigens kann sie sich auch verdünnen, eindicken, verkreiden oder zu einer fettigen Gallerte umwandeln. Unter dem Mikroskope finden sich im Kolloide in grösserer oder geringerer Menge folgende Körperchen vor: Elementarkörnchen, Kernbildungen, kernhaltige und kernlose Zellen, Mutterzellen, geschwänzte Zellen und auch Keimschläuche. Die Kolloidzellen bilden sich bisweilen zu Körnchenzellen und Fettaggregatkugeln um. Das Kolloid kommt meist in Höhlen (Cysten) vor, wie in der Schilddrüse (beim lymphatischen, Cystenkropfe), in der Niere und im Eierstocke, im Sarcome (Collonema) und Carcinome (Gallertkrebs), in der *glandula pituitaria*.

3) **Specksubstanz (albuminöse Rohblasteme *Rokitansky's*)**, wahrscheinlich bestehend aus erstarrten Proteïnstoffen (vielleicht Eiweiss), von derber, graulicher, speckig-gallertartiger oder teigig-brüchiger, gewöhnlich etwas durchscheinender Beschaffenheit. In dieser Substanz, welche unter dem Mikroskope Kern- und Zellenbildungen verschiedener Art zeigt, scheint keine weitere Metamorphose als die Umwandlung in Fett (wobei sie opak, weisslichtrübe und morsch wird) vorzukommen. Man findet diese speckige Masse in der Schilddrüse, Leber, Milz und Niere, wie es scheint, beim tiefern Erkranktsein der Vegetation.

4) **Fettige Substanz.** Fett kommt nicht selten als Krankheitsproduct vor, und ist dann entweder als solches aus dem Blute ausgeschieden worden, oder es ist aus Verbindungen mit andern Stoffen frei geworden; ja es soll sich durch einen eigenthümlichen Process (der Körnchenzellen-Bildung) selbst aus Proteïnsubstanzen hervorbilden können. Das pathologische Fett kommt entweder in Gestalt von Fettgewebe, oder als freies Fett (in einzelnen Tröpfchen, in Haufen aggregirt, oder in Zellen eingeschlossen) vor. — Die Umwandlung von Proteïnstoffen in Fett (fettige Entartung) durch den sogenannten Körnchenzellen-Bildungsprocess kommt nach *Rokitansky* nicht blos in Entzündungsproducten, sondern in jedem Blasteme vor und es lässt sich, bezüglich des morphologischen Herganges dabei Folgendes sagen: 1) der Körnchenzellen-Bildungsprocess besteht nicht in einer Bildung von neuen kernhaltigen Zellen, in denen die Entwickelung der Körnchen vor sich geht; diese findet vielmehr in den schon bestehenden Zellen eben so gut wie auch ausser ihnen in dem als Intercellularsubstanz fungirenden Blasteme statt. Im letztern erscheinen dann discrete Körnchen, welche hier und da sich in kleinerer oder grösserer Anzahl aggregiren und gelegentlich eine von der sie an einander klebenden Bindemasse nicht differente Hülle bekommen. Entwickeln sich die Körnchen in Zellen (Exsudat-, Eiter-, Krebs-, Tuberkel-Zellen, die mehr oder weniger ihre Form beibehalten), so dehnen sie die Zellenwand durch ihre Anhäufung zu einer ansehnlichen Grösse aus, bringen sie zum Einreissen und treten aus der Zelle heraus. 2) Dieser Process hat die Bedeutung der Fettumwandlung des Inhalts einer Zelle und er reiht sich an den Fettumsatz von Proteïnstoffen in den verschiedensten Blastemen, und selbst in Geweben überhaupt an. Er begründet emulsive und seifenartige Verbindungen, und damit eine Abtödtung der Blasteme und Neubildungen. Er macht die letztern theils zum Resorbirtwerden geeignet, theils zieht er gleichzeitig ein Freierwerden von Kalkphosphaten und Cholestearinkrystallen nach sich. Es ist sonach der Körnchenzellen-Bildungsprocess — der vorzüglich im Eiter, speckigen Infiltrate, Tuberkel, Krebs, Atherom, in der kolloiden und fibroiden Substanz, der Ringfaserhaut, den Muskeln beobachtet worden ist — als ein Process zu betrachten, durch welchen mancherlei Gebilde in einen Zustand von leichterer Resorptions- und zugleich Wiederassimilations-Fähigkeit übergeführt werden und dem Verknöcherungs- und Verkreidungs-Processe Vorschub geleistet wird. In Aftergebilden begründet dieser Process einen Zustand von Involution, Verödung, Ertödtung. — *Virchow* (mit *Reinhardt*) bezeichnet den Körnchenzellen-Bildungsprocess als: Fettmetamorphose zelliger und faseriger

Gebilde und stellt als Resultate seiner Beobachtungen folgende Sätze auf: 1) Zellen von einem gewissen Alter enthalten körniges Fett; 2) es drückt für Zellen und Fasern dieses Erscheinen von körnigem Fette eine bestimmte Entwickelungsstufe aus, welche meistentheils unmittelbar vor ihrer spontanen Zerstörung vorhergeht; 3) gewisse Ernährungsanomalieen, sowohl eine mangelhafte als eine übermässige Ernährung, begünstigen diese Entwickelung oder Rückbildung; 4) dieselbe kann von dem Zellen-, Kern- oder Kernkörperchen-Inhalte ihren Anfang nehmen. *Virchow* sah diese Rückbildung an folgenden Gebilden: an farblosen (niemals an farbigen) Blutkörperchen (im Blute selbst und in Blutgerinnseln), wobei der Kern sehr frühzeitig verschwindet und in dem Zelleninhalte eine allmälig immer zunehmende Zahl von Fettkörnchen erscheint; an Epithelialzellen: der *plexus choroidei*; der Capillargefässe; der Lungen, wo sie sich bisweilen, wie im Krebse, stellenweise ein Reticulum bildet; der Harnkanälchen beim *morbus Brightii*, so dass sich Körnchenzellen und Entzündungskugeln (Fettaggregatkugeln) im Harne finden können; der Samenkanälchen, besonders im Alter; der Milchkanälchen, wobei die Epithelialzellen zu Colostrumkörperchen sich umbilden; der Markkanälchen, so dass ein Knochenreticulum entstanden war; der *Graaf*'schen Follikel, die als *corpora lutea* bekannten gelben Narben bedingend u. s. f.; hier geht die Fettmetamorphose vom Zelleninhalte aus; an Knorpelkörperchen (beim *malum coxae*, Enchondrom); an Nervenkörpern (bei der gelben Hirnerweichung); an Eiterkörperchen, Sarcom- und Kolloid-Körperchen; an Zellfasern oder Faserzellen (sogen. spindelförmigen oder geschwänzten Zellen), wo die Metamorphose entweder vom Kern- oder vom Zellen-Inhalte ausgeht; an Nervenfasern (im Schenkel- und Seh-Nerven); an Muskelfasern (besonders des Herzens). — Auf die Frage, wie das (feinkörnige) Fett in den Zellen und Fasern zum Vorscheine komme, lassen sich nach *Virchow* folgende drei Antworten geben: es ist als Fett von aussen eingedrungen (dem steht aber das Feinkörnige des Fettes entgegen); es präexistirt in dem Inhalte und ist durch irgend einen Process frei geworden; es ist durch eine Metamorphose des Inhaltes entstanden. *V.* hält die letztere Ansicht für die wahrscheinlichste, zumal da sich bisweilen beobachten lässt, dass die Zahl der Proteinmolecule in dem Maasse, als die Fettkörnchen an Zahl zunehmen, kleiner wird.

5) **Typhusmaterie**, eine grauröthliche oder röthlichweisse oder weissliche lockere, hirnmarkähnliche oder speckige Masse (aus Proteinstoffen), welche beim Typhus (Nervenfieber) gewöhnlich (doch nicht immer) in den Gekrösdrüsen, in den Peyer'schen Drüsenplexus und in den solitären Follikeln des Darmes (besonders des Ileum) abgelagert gefunden wird. Selten trifft man sie in den Drüsen des Magens, Kehlkopfs, der Luftröhre und der Lunge. Diese Materie zeigt unter dem Mikroskope keine charakteristischen Formelemente, sondern nur eine amorphe halbdurchsichtige Grundsubstanz, Elementarkörnchen, Kerne und Zellen der verschiedensten Art. Diese Elemente sind in verschiedenen Fällen (und wahrscheinlich auch in verschiedenen Zeiträumen desselben Krankheitsfalles) in sehr verschiedener Form und sehr ungleicher Menge zugegen; seltener herrscht die Grundsubstanz vor, gewöhnlich die Körnchen. Die Verwandlungen, welche die Typhusmasse eingeht, sind: Erweichung (zu typhösem Eiter und Jauche) und brandige Verschorfung.

6) **Tuberkelmasse** (scrofulöse Materie) wird in verschiedener Form (als zerstreut herumliegende oder conglomerirte Knötchen oder als Infiltrat) und in verschiedener Beschaffenheit abgelagert gefunden, am häufigsten in den Lungen (wo sie zu der so häufigen tuberculösen Schwindsucht Veranlassung gibt), doch sonst auch in fast allen übrigen Organen (vielleicht mit Ausnahme der Brust-, Schild- und Speicheldrüsen, des Pancreas und Eierstocks, Oesophagus, der Scheide, inneren Gefässhaut). Die Tuberkelmasse ist bald grau oder gelblich, durchscheinend oder opak, härter oder weicher (käsig, speckig, derb und brüchig), bisweilen auch mit Blutfarbstoff und schwarzem Pigmente versetzt. Sie kann folgende Metamorphosen eingehen: die Eintrocknung (Verschrumpfung, Verhornung), Erweichung (Vereiterung und Verjauchung), Verkreidung; die erste und letzte Metamorphose bedingt eine Ertödtung des Aftergebildes und ist insofern heilsam, während die Erweichung zur Zerstörung des Organs Veranlassung gibt (zur tuberculösen Phthise). Unter dem Mikroskope zeigt die Tuberkelmasse sehr verschiedenartige Formelemente. Ihr Hauptbestandtheil ist eine mehr oder weniger durchscheinende, in grössern Massen glasähnliche Grundsubstanz (Blastem), welche entweder amorph oder schollig und scholligfaserig ist und, dem geronnenen Faserstoffe ähnlich, durch Essigsäure aufquillt und durchscheinend wird; sie verflüssigt sich zuerst bei der Erweichung. In diesem Blastem entwickeln sich: Elementarkörnchen von der verschiedensten Grösse, meist von runder Form, in grössern Massen von gelblicher, bräunlicher Farbe und undurchsichtig trübe; chemisch verhalten sie sich verschieden und zwar wie Protein-, Fett- und (phosphor- und kohlensaure) Kalk-Körnchen; Kernbildungen (Cytoblasten mit und ohne Kernkörperchen); sowohl schwarz contourirte, glänzende, runde, oblonge und selbst stäbchenartig ausgezogene Kerne, als auch zartere, matte, granulirte; Zellen (vorzüglich im grauen Tuberkel), meistens unvollkommen entwickelt, unregelmässig, eckig, buchtig, eingeschnürt, wie benagt und ohne Zellenkern, gewöhnlich mit körnigem Inhalte, und von hellgelblicher Farbe; bei der Erweichung zerfallen dieselben und ihr Körncheninhalt wird frei. Die beschriebenen Elemente finden sich in verschiedenen Fällen in sehr verschiedenen Verhältnissen vor. Selten herrscht (nach *Vogel*) die amorphe Grundsubstanz vor, häufiger die Körnchen, ja bisweilen scheint fast die ganze Masse des Tuberkels aus Körnchen zu bestehen. Unter diesen sind wieder die Proteinkörnchen die vorherrschenden; die Fettkörnchen sind seltener an Menge überwiegend. In manchen Fällen (bei der Verkreidung) herrschen die Kalkkörnchen vor; die Zellen fehlen bisweilen ganz; manchmal scheint dagegen die ganze Tuberkelmasse aus Zellen und Kernen zu bestehen. (*Gerber* unterscheidet die Tuberkel nach ihrem Organisationsgrade in Hyalin-, Cytoblast-, Zellen-, Zellenfaser- und Faden-Tuberkel.) Im grauen Tuberkel überwiegen die amorphe Masse und die zelligen Bildungen, im gelben die körnigen Elemente; zwischen beiden Massen gibt es eine Menge von Zwischenstufen. Die graue Tuberkelmasse kann sich zur gelben entwickeln, doch kann die letz-

tere auch sofort primär sich erzeugen. Die amorphe Substanz und die Körnchen sind schon von Anfang an zugegen; die Kerne und Zellen entwickeln sich dagegen erst allmälig; niemals findet sich Faser- und Gefäss-Bildung in der Tuberkelmasse. — Die Veränderungen der Tuberkelmasse sind die folgenden: Erweichung des Tuberkels. Hierbei zerfliesst zuerst die amorphe Grundsubstanz, es trennen sich dadurch die Elementarkörnchen von einander, Kerne und Zellen werden frei und missgestaltet, letztere zerfallen und die Tuberkelmasse stellt nun eine eiterähnliche Flüssigkeit (Tuberkeleiter) dar, welche aus vielen Körnchen und staubförmigen Moleculen (Punktmasse) besteht, vermischt mit Gewebstrümmern, Krystallen von Cholestearin, phosphorsaurer Ammoniakmagnesia, bisweilen mit vegetabilischen Bildungen. In der Tuberkeljauche (durch Fäulniss des Eiters entstanden) finden sich Gewebstrümmer, Fett, Punktmasse und Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia. — Die Verkreidung, welche wohl nur die erweichte Tuberkelmasse betrifft, besteht in Ablagerung von Kalkkörnchen, freien Fettmoleculen, Bildung von Körnchenzellen und Cholestearinkrystallen.

7) **Krebsmasse** (Carcinom) tritt in verschiedener Form (als Knoten oder Infiltrat) und in sehr verschiedener Qualität auf, vorzugsweise im Uterus (Vaginalportion), in der Brustdrüse, dem Magen, der Leber, dem Mastdarme, den Retroperitonäal- (Lumbal-) Drüsen. Die histiologischen Elemente dieser Materie sind bald mehr gallertartiger, bald zelliger oder faseriger Natur, oft überwiegt das eine derselben, bisweilen finden sich alle vor, und hieraus erwachsen die verschiedenen Arten des Krebses. Bisweilen tritt auch Gefäss-, Pigment-, Fett- und selbst Knochenbildung in verschiedenem Grade in der Krebsmasse auf. Die Eigenschaften derselben sind verschieden nach dem Entwickelungsstadium, der Zusammensetzung und dem Sitze des Krebses, sowie nach dem Alter und der Constitution der Patienten. So ist der Krebs hinsichtlich seiner Consistenz bald weich wie Gallerte oder Hirnsubstanz, bald derb wie Speck, oder hart wie Knorpel. Seine Metamorphosen sind: Erweichung (Vereiterung und Verjauchung), brandiges Absterben, Verseifung oder Verfettung, Verkreidung und Verschrumpfung. Unter dem Mikroskope finden sich in der Krebsmasse im Allgemeinen folgende Elemente (nach *Vogel*): 1) Das Blastem, die feste, derbe, amorphe Grundsubstanz, welche dem geronnenen Faserstoffe ähnlich ist (durch Essigsäure durchsichtig werdend) und bisweilen mehr oder weniger Molecularkörnchen (aus Protein und Fett) einschliesst. Diese Substanz geht durch weitere Entwickelung des Krebses in Zellen und Fasern über und wird deshalb in ausgebildeten Formen ganz vermisst. Bisweilen ist das Krebsblastem aber auch von flüssiger Natur und stellt eine gallertartige, oder eine ziemlich dickliche, milchige, trübe, homogene Flüssigkeit (Krebssaft?) dar. Niemals hat das Krebsblastem für sich allein Etwas an sich, was für den Krebs charakteristisch wäre. — 2) Molecularkörperchen, die theils Protein-, theils Fett-, selten Kalk-Körnchen zu sein scheinen; sie finden sich in manchen Krebsen gar nicht vor, häufen sich dagegen in der erweichten Krebsmasse sehr bedeutend an und vereinigen sich hier wohl auch zu Entzündungskugeln und Körnchenzellen. Auch diese Gebilde haben für den Krebs durchaus nichts Charakteristisches. — 3) Zellengebilde (Cytoblasten und Zellen) in den allerverschiedensten Formen, so dass auch diese Elemente allein einen Krebs nicht charakterisiren können. Die sogenannten charakteristischen Zellenformen (Krebszellen) kommen ganz mit den Epithelialzellen überein, welche bald pflasterförmig, bald cylindrisch, bald geschwänzt, zackig, keulenförmig u. s. w. erscheinen. Auch die endogene Zellenbildung ist in den Krebszellen nicht eigenthümlich, da dieselbe im Knorpel (Enchondrom) zu finden ist. Die zelligen Gebilde, welche man im Krebse beobachtet, sind nach *Vogel* von zweierlei Art: *a)* solche, welche während ihres ganzen möglichen Entwickelungsprocesses nie über die Zellenform hinaus gehen, sondern als Zellen wieder zerfallen. Diese vergänglichen Zellen sind die eigentlichen Krebszellen und bieten eine sehr grosse Mannichfaltigkeit dar von den einfachen Cytoblasten bis zur entwickelten Zelle, die als geschwänzte und verästelte Zelle, als Zelle mit sehr dicker Wand, als Mutterzelle mit Tochterzellen, als doppelte (durch Theilung einer oder Verschmelzung zweier Zellen entstandene) Zelle, als Körnchen- und Pigment-Zelle auftreten kann, zwischen welchen Zellen aber die mannichfaltigsten Uebergänge existiren. Es ergibt sich hieraus, dass man nicht etwa eine bestimmte, von allen übrigen verschiedene Zellenform mit dem Namen Krebszelle bezeichnen, und also einer einzelnen Zelle nicht ansehen kann, ob sie zu einem Krebse gehört oder nicht; wohl lassen sich aber häufig ganze Massen von Krebszellen, eben wegen ihrer Mannichfaltigkeit, als solche erkennen. — *b)* Zellen, die einer Weiterentwickelung in andere Gebilde, namentlich in Fasern, fähig sind und also nur auf einer vorübergehenden Entwickelungsstufe die Zellenform an sich tragen, d. s. Entwickelungs- oder Faser-Zellen (von spindelförmiger Gestalt, wie sie auch bei der Entstehung des Zellgewebes und der Muskelfasern vorkommen). — 4) Fasern, welche bald sehr zart (von $^1/_{1200}$—$^1/_{800}$''' Dm.) und denen des Bindegewebes, bald denen einfacher, nicht quergestreifter Muskeln gleichen und dicker (von $^1/_{800}$—$^1/_{300}$''' Dm.) sind. Bald sind beide Arten von Fasern deutlich ausgebildet und die einzelnen Fasern treten scharf hervor, bald ist die Faserbildung weniger deutlich und die einzelnen Fasern mehr mit einander verschmolzen. Hinsichtlich ihrer Entstehung so entwickeln sich diese Fasern eben sowohl aus Zellen, wie auch unmittelbar aus dem festen Blasteme. Sie werden durch Essigsäure blass, verschwinden auch wohl ganz und statt derselben treten deutliche längsovale Zellenkerne hervor. Eine 3. Art von Fasern gleicht den Fasern des elastischen Gewebes und dies sind Kernfasern (häufig verzweigt, dichotomisch verästelt, durch Essigsäure nicht verschwindend, sondern im Gegentheile deutlicher hervortretend). — 5) Blutgefässe bilden bisweilen ein, jedoch nicht wesentliches Element des Krebses. — 6) Krebsgallerte, eine schleimige Flüssigkeit, ausgezeichnet durch die Gegenwart einer dem Schleimstoffe oder Pyin ähnlichen Substanz, welche durch Essigsäure, schwefelsaures Eisenoxydul und Galläpfelaufguss zu einer unter dem Mikroskope sichtbaren, farblosen, streifig amorphen Masse gerinnt. — Ausser den beschriebenen Elementen finden sich im Krebse bisweilen auch noch andere Bestandtheile (quergestreifte Muskelfasern, Zell- und Fett-Gewebe, Drüsen u. s. w.), die

aber nicht ihm, sondern dem Boden, in welchem der Krebs wurzelt, angehoren. — *Müller's* Ausspruch ist sonach festzuhalten, dass der Krebs kein heterologes Gebilde ist und dass die feinsten Theile seines Gewebes sich nicht wesentlich von den Gewebtheilen gutartiger Geschwülste und der primitiven Gewebe des Embryo unterscheiden.

Virchow nimmt am entwickelten Krebse drei Dinge an: das Krebsgerüste und seinen Inhalt, den Krebssaft, bestehend aus Krebskörperchen und Krebsserum. Das Krebsgerüste (Stroma, das maschige Gewebe) besteht aus Bindegewebe auf verschiedenen Entwickelungsstufen; bald ist es junges, unreifes Bindegewebe, bestehend aus länglichen, in 2 Spitzen auslaufenden, kernhaltigen Faserzellen (Zellfasern), den sogenannten spindelförmigen oder geschwänzten Körpern; bald dagegen vollkommen entwickelte, die lockig geschwungenen Bündel enthaltende Bindesubstanz (Zellgewebe). Wie im normalen Zellgewebe, so gehen elastische Fasern und Blutgefässe in verschiedener Menge in die Zusammensetzung dieses Gerüstes ein. Das Krebsstroma bildet mehr oder weniger abgegränzte Räume, Maschen oder Kammern *(alveoli)*, welche bald mit einander communiciren, bald von einander abgeschlossen sind. — Der Krebssaft ist eine ziemlich dickliche, milchig aussehende, trübe Flüssigkeit, etwa von der Consistenz guten Eiters und ebenso homogen. Er besteht aus dem formlosen Krebsserum und den Krebskörperchen. Das Krebsserum, welches aus Eiweiss, Fett, Casein, Pyin, Schleimstoff u. s. f. bestehen soll, ist noch nicht gehörig erforscht. Die Krebskörperchen treten in der Form von Kernen und Zellen auf, die aber durchaus nicht charakteristisch für den Krebs sind; in demselben Krebse können die allerverschiedensten Formen derselben vorkommen. Die junge Krebszelle ist vollkommen rund, glashell, ihre Membran dunn, glatt und durchsichtig, ihr Inhalt homogen; sie besitzt stets einen verhältnissmässig grossen, scharf contourirten, mehr oder weniger granulirten, meist ovalen und schon ohne Zusatz von Reagentien sichtbaren, einfachen, doppelten oder mehrfachen Kern. Wenn sich diese Zelle weiter entwickelt, gehen besonders 3 Veränderungen an ihr vor: der vorher homogene, durchsichtige Inhalt trübt sich, indem feine, in Essigsäure lösliche Molecule (Protein) darin entstehen; die Membran verdichtet und verdickt sich, so dass ihr Contour schärfer und dunkler wird; der Kern zeigt 1 oder 2 bedeutend grosse, glänzende Kernkörperchen. Gleichzeitig zeigen sich auch sehr häufig die mannichfaltigsten Veränderungen in der äussern Gestalt der Zelle, welche theils durch Einbuchtung, theils durch Ausziehung und Zackenbildung entstehen.

Entwickelung des Krebses. Die erste Bildung des Krebses muss, wie überhaupt jede organische Bildung, in Ablagerung eines flüssigen, formlosen Blastems aus dem Blute (unter mehr oder weniger deutlichen Symptomen der Entzündung oder ganz unmerklich, zugleich mit der Absonderung der Ernährungsflüssigkeit) bestehen. Das Krebsblastem ist in seiner chemischen Beschaffenheit entweder dem geronnenen Faserstoffe oder der gallertartigen Kolloidsubstanz (s. S. 164) ähnlich. In demselben entwickeln sich nun die Krebselemente und das Blastem bekommt dadurch ein rahmartiges homogenes Ansehen. Als die früheste Entwickelung sieht man (nach *Virchow*) in dem formlosen Blastem nackte Kerne, meist von ovaler, zuweilen von rundlicher Gestalt, häufig von sehr bedeutender Grösse. Dann treten Zellen auf, welche einen oder mehrere dergleichen Kerne enthalten, eine vollkommen glatte, zarte, in Essigsäure leicht lösliche Membran besitzen und einen fast homogenen, blassen Inhalt haben. Weiterhin finden sich dann an der Membran, dem Inhalte und den Kernen die oben erwähnten Veränderungen ein. Es ist sonach das Kernkörperchen hier nicht das Primäre bei der Zellenbildung, sondern eine erst secundäre Entwickelung in dem Kerne und deutet deshalb auf ein gewisses Alter des Kernes. *Bruch* sagt, dass ihm weder in pathologischen noch in normalen Geweben, weder des Erwachsenen noch von Embryonen, jemals eine Beobachtung aufgestossen sei, die auch nur entfernt für eine Präexistenz des *Schwann*'schen Kernkörperchens vor dem Kerne gesprochen hätte. Wie die Kerne, von denen bisweilen 4 in einer Zelle gefunden werden, entstehen, weiss man nicht, dass sie aber Bläschen sind, ist beim Krebse sicher *(Virchow)*. Sie wachsen bisweilen so, dass sie mit ihrer Peripherie die Zellenwand erreichen und diese bis auf ein oder zwei anhängende Ueberreste, welche als Spitzen oder Ohren an dem vergrösserten Kerne aufzusitzen scheinen, atrophiren. Die Zellen entstehen durch Bildung einer Zellenmembran rings um den ganzen Kern. — Das Zellgewebe des Krebsstroma's, welches Gefässe enthalten und auch verknöchern kann, dürfte theils als Neubildung, theils als Ueberbleibsel des Zellstoffes des Mutterbodens, theils als Hypertrophie des letztern zu betrachten sein. — Erweichung des Krebses. Sie ist der Erweichung der Tuberkelmasse (s. S. 166) ganz ähnlich; auch hier zerfliesst das Blastem, die Zellen und Kerne trennen sich von einander, die ersteren zerfallen und das Erweichte bildet eine eiterige Flüssigkeit (Krebseiter), welche bisweilen viele Körnerhaufen (Entzündungskugeln und Körnchenzellen) zeigt und am besten in Leberkrebsen (die manchmal in ihrem Centrum eine Art Abscess haben) beobachtet wird. Sehr leicht geht die zerflossene Krebsmasse durch Zutritt von Luft und fremden Stoffen (Excrete) in Fäulniss über und so kommt die Verjauchung des Krebses zu Stande. In der Krebsjauche finden sich, wie in allen Jauchearten, zerstörte Kerne und Zellen, Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia, Cholestearine, Fettkörner, Gewebstheile u. s. f. [Die Verjauchung ist für den Krebs durchaus nicht charakteristisch und eben so wenig nothwendig.] — Verseifung, Verfettung (Reticulirtwerden) des Krebses. In der Krebsmasse entstehen durch Bildung von Fettkörnchenzellen (s. S. 164) hier und da opake graue Stellen *(reticulum)*, bisweilen zwischen netzartig verwebten Faserzügen, wodurch die Schnittfläche des Krebses ein reticulirtes Ansehen bekommt (reticulirter Krebs).

Die nach dem Vorwiegen dieses oder jenes der angeführten Formelemente aufgestellten Krebsarten sind folgende: 1) der Markschwamm, Medullarkrebs *(fungus medullaris*, Encephaloid) ist der am häufigsten vorkommende Krebs (besonders in der Leber, den Nieren, Hoden, Lymphdrüsen und Knochen), in welchem die Menge der Zellen die der übrigen histiologischen Elemente bei weitem überwiegt. Oft fehlen Fasern ganz darin oder bilden nur ein Stroma für die Zellen; das flüssige Blastem ist in sehr ver-

schiedener Menge vorhanden; nicht selten sind auch Blutgefässe (*fungus haematodes*, Blutschwamm) oder schwarzes körniges Pigment (*fungus melanodes*, bösartige Melanose) sehr reichlich darin; ja selbst Knochenbildung tritt darin auf (bösartiges Osteoid). Die Eigenschaften des Markschwammes, der als Infiltrat, in Knoten- und Knollenform auftreten kann, sind nach dem verschiedenen Verhältnisse seiner Bestandtheile sehr verschieden. So kann seine Consistenz vom Halbflüssigen bis zum Speckigen und selbst Knorpeligen differiren; seine Farbe weiss, röthlich, grauröthlich, schwarz sein; seine Textur auf dem Durchschnitte homogen, körnig, faserig, gefächert, gelappt, drüsig, areolirt erscheinen. — 2) Faserkrebs, *scirrhus*, in welchem die Faserbildung vorherrscht, dagegen die Zellen, sowie das flüssige Blastem zurücktreten oder ganz fehlen. Er ist das dichteste und härteste Krebsgebilde, selbst knorpel- und fast steinhart (*cancer eburneus*); er wächst sehr langsam, kommt gewöhnlich in Knotenform (höckerig, gelappt oder verästigt) und besonders in der Brustdrüse, dem Magen, Dickdarm und Uterus vor. — 3) Gallert-, Alveolar- oder Areolarkrebs, ein Krebsgebilde aus verschieden grossen und mehr oder weniger dickwandigen, zelligen Räumen (*areolae*, *alveoli*) bestehend, deren Wände aus Fasern gebildet und die mit einer gallertartigen, leimigen (kolloiden), graulichen oder gelblichen, durchsichtigen Masse gefüllt sind. Dieser Krebs erreicht bisweilen eine enorme Grösse und findet sich besonders im Eierstock, Magen, Dickdarm, Bauchfelle. — Diese Krebsarten gehen verschiedentlich in einander über und bilden dadurch Mittelformen, selbst in demselben Individuum, ja in demselben Krebsgebilde.

II. Neubildungen auf der höhern und höchsten Organisationsstufe. Diese Neubildungen (Homöoplasieen) gleichen in ihrer Textur mehr oder weniger physiologischen Geweben und werden zum grössten Theile zur Regeneration verloren gegangener Theile verwendet. Hierbei geschieht der Wiederersatz entweder durch dasselbe Gewebe (vollkommene Regeneration), oder durch ein ungleichartiges (unvollkommene Regeneration), und dieses letztere besteht hauptsächlich aus Fasergewebe (Narbengewebe), welches entweder bleibend ist, schrumpfen, sich vascularisiren, pigmentiren und verknöchern kann, oder allmälig schwindet und durch ein dem verloren gegangenen gleiches Gewebe verdrängt wird (provisorisches Narbengewebe). Die bei der Regeneration sich bildenden Granulationen (sogen. Fleischwärzchen) sind die aus dem faserstoffigen Antheile des Eiters (Eiterplacenta) hervorgehenden Neubildungen von Zellstoff, Gefässen und Epithelialzellen. — Zu den pathologischen Gebilden auf der höchsten Organisationsstufe gehören: Zell- und elastisches Gewebe, fibroides Gewebe (fibroider Callus), Knorpel- und Knochen-Gewebe, Muskel- und Nerven-Gewebe (?), Blut- und Gefässneubildungen, Fettgewebs-, Epithelium- und Pigment-Bildungen. [Von diesen Neugebilden soll bei den gleichnamigen physiologischen Geweben weiter die Rede sein.]

Lebensabschnitte.

Der Mensch hält, wie alle organische Wesen (s. S. 18), einen bestimmten Verlauf seines Daseins inne; er entsteht (durch doppeltgeschlechtliche Zeugung; s. S. 15), entwickelt sich und geht unter. Während seines Bestehens erfährt sein Organismus, und mit ihm jeder Theil, in den innern wie äussern Verhältnissen verschiedene Veränderungen, welche ihn stufenweise zu einem bestimmten Grade der Vollkommenheit führen; hat er diesen erreicht, so tritt eine Zeit lang Stillstand ein, worauf dann einige Systeme anfangen in ihrer Entwickelung und Kraft wieder abzunehmen, bis diese Abnahme zum Lebensende führt. So durchläuft das menschliche Leben einen Zeitraum der Entwickelung, der Reife und der Abnahme. Man nennt diese gesetzliche Aufeinanderfolge dieser bestimmten und während seines Daseins nur einmal eintretenden Veränderungen

des Organismus: Entwickelungsstufen, Lebensphasen, Lebensabschnitte, Lebensalter, Bildungsperioden.

In der Bestimmung der Gränzen der Lebensabschnitte ist man sehr verschieden verfahren. Die allgemeinste Eintheilung ist die in Anfang, Wachsthum, Höhe, Abnahme und Ende der Lebenserscheinungen, oder Geburt, Jugend, Mannesalter, Greisenalter und Tod. *Aristoteles* schon theilte das Leben in 3 Perioden, in *juventus*, *status* und *senectus*; *Pythagoras* (und *Reil*) nahm 4 Lebensalter an, jedes zu 20 Jahren; *Solon* und *Macrobius* stellen 10 Abschnitte auf, jeden zu 7 Jahren, nämlich: um das 7. Jahr tritt der Zahnwechsel ein, im 14. die Pubertät, im 21. die Beendigung des Wachsthums, im 28. die höchste Ausbildung aller Systeme oder die Culmination des Lebens; jetzt folgt ein Stillstand von 3 Cyclen (bis zum 50. Jahre); im 7. Cyclus hört die Menstruation auf, im 8. und 9. beginnt die Abnahme und im 10. erscheint das Greisenalter. *Burdach* trennt das menschliche Leben in das Fruchtleben und in das selbstständige Leben (nach der Geburt), welches letztere er wieder in das unreife (Kindheit und Jugend) und reife Leben (Mittelalter und Grossalter) zerfällt. — Alle Eintheilungen der Lebensepochen nach bestimmten Jahren sind unbrauchbar, da die einzelnen Epochen, wie aus der allmäligen Ausbildung des Körpers folgt, nicht scharf von einander gesondert sind, sondern nur nach und nach erfolgende Uebergänge aus einem Alter in das andere stattfinden; da ferner der Gang der körperlichen und geistigen Entwickelung sich bei dem Menschen weder streng an die Zahl der durchlebten Jahre bindet, noch dieselbe sich bei allen Menschen auf der Erde gleich bleibt, sondern hierauf die Verschiedenheit des Klimas, der Erziehung, Lebensweise, des Geschlechts, des Temperaments, der Constitution, der Eltern u. s. f., sowie selbst Krankheiten, den merklichsten Einfluss äussern. Am besten ist es noch, gewisse Erscheinungen im Leben (unbekümmert um die Jahre) aufzusuchen, welche die einzelnen Abschnitte begränzen. Wohl mit Unrecht nehmen Manche als erste Periode das latente oder Ei-Leben an, da man das Ei mehr für einen Gewebtheil des mütterlichen Körpers als für den Anfang eines neuen Individuums ansehen muss. Erst mit dem sogenannten manifesten Leben, d. h. mit der durch die Befruchtung des Eies durch den männlichen Samen angeregten Entwickelung eines neuen Individuums aus dem Eie innerhalb der Mutter beginnt das menschliche Leben mit dem

I. **Fruchtalter, Fötalleben** (Eileben). Dieses beginnt nach der Conception mit den ersten Veränderungen, die im Keime auftreten und dauert bis zum Augenblicke der Geburt, also ungefähr 9 Sonnen- oder 10 Mondsmonate (40 Wochen oder 280 Tage); doch können verschiedene Umstände einen frühern Eintritt der Geburt herbeiführen und so die Dauer des Fruchtalters abkürzen (d. i. dann eine unreife Frucht: Fehl- oder Frühgeburt). Ob dasselbe länger als 10 Mondsmonate dauern könne (Spätgeburt, *partus serotinus*), ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Es lässt sich übrigens das Fötalleben in 2 Perioden trennen, nämlich in eine erste (bis etwa zum Anfang des 8. Monats), innerhalb welcher der Fötus (Fehlgeburt, Abortus) noch nicht die Fähigkeit hat, in der Aussenwelt fortzuleben, und in eine zweite, mit Lebensfähigkeit des Embryo (der dann reif oder unreif und im letztern Falle Frühgeburt, *partus praecox*) vom 8. Monate bis zur Ausstossung aus der Gebärmutter dauernd. Die Lebensthätigkeit während des Fruchtalters (s. S. 18. 73) beschränkt sich fast lediglich auf Bilden und Wachsen, die functionellen Erscheinungen der sich bildenden Organe fehlen jetzt noch grössten-

theils (vorzugsweise die höhern animalen Functionen) oder beginnen erst allmälig. Die Entscheidung des Geschlechts fällt aber in das Eileben, doch sind die Ursachen, welche das Geschlecht der Embryonen bestimmen, noch ganz unbekannt. — Da in die Fötalperiode die Entwickelung der meisten Organe fällt, viele derselben auch eine andere Lage als nach der Geburt haben, der Embryo ferner mittelbar durch die den Uterus und die Placenta treffenden Zufälle, sowie auch unmittelbar manchen schädlichen Einwirkungen und Krankheiten ausgesetzt ist, so stammen aus dieser Periode sehr viele Bildungsfehler und sogenannte angeborne Uebel. [Ausführlicheres über den Embryo s. später bei Fortpflanzung.]

Fehler der ersten Bildung, *vitia primae conformationis*, d. s. angeborne, während des Fötuslebens entstandene Anomalieen am und im menschlichen Körper. Unbedeutendere Abweichungen, die keine weiteren Functionsstörungen veranlassen, belegt man auch mit dem Namen: **Naturspiele, Bildungsfehler**; dagegen werden höhere Grade, auffälligere und für das Individuum nachtheiligere Missbildungen: **Verunstaltungen**, *deformitates, turpitudines* genannt; die höchsten Grade heissen: **Missgeburten**, *monstra*, Monstrositäten. Eine scharfe Gränze zwischen diesen 3 Graden existirt nicht. — Die **Entstehung** der **Missbildungen** ist bis jetzt zum grossen Theil noch unerforscht; doch sind ohne Zweifel die Ursachen der meisten Missbildungen abnorme, den Keim während seiner Entwickelung treffende Einflüsse, obschon es auch nicht unwahrscheinlich ist, dass die Ursache manchmal in einer ursprünglichen Abnormität des Keimes (Eies und Samens) liegen kann (wofür die Erblichkeit mancher Missbildungen und die von *Bischoff* gemachte Beobachtung missgebildeter Eierstockseier spricht). Was das sogenante Versehen (in den ersten Schwangerschaftsmonaten) und den Einfluss von Gemüthsbewegungen und phantastischen Aufregungen der Mutter betrifft, so lässt sich allerdings die Genesis der meisten der auf die Weise entstanden sein sollenden Missgeburten anders erklären, doch kann man das Versehen durchaus noch nicht ganz in Abrede stellen. Die abnormen Einflüsse können von der verschiedensten Art und gewiss auch mechanische äussere Einwirkungen sein; sie erregen entweder Krankheiten im Fötus, welche den nach der Geburt auftretenden ganz analog sind, oder rufen Bildungshemmungen hervor, bei welchen die embryonalen Organe auf einer gewissen Stufe der Entwickelung stehen bleiben und Missbildungen erzeugen, die man Hemmungsbildungen nennt.

Mit der Geburt beginnt ausserhalb der Mutter das selbstständige Leben und dieses zerfällt in den Zeitraum der Unreife und der Reife. Das unreife Alter umfasst die Periode von der Geburt bis zur Pubertätsentwickelung und schliesst also die Kindheit und Jugend in sich. Es charakterisirt sich im Allgemeinen durch Abhängigkeit, höhere Empfänglichkeit für Eindrücke und überwiegende Stoffaufnahme; Wachsthum und Entfaltung der gegebenen Formen, sowie das allmälige Bewusstwerden und Zergliedern der sensuellen Erscheinungen zeichnen dieses Alter aus. In dasselbe fallen mehrere kleinere Entwickelungsphasen einzelner organischer Apparate, wie der Ausbruch und Wechsel der Zähne. Das reife Lebensalter beginnt mit der Pubertätsentwickelung, schliesst das Mannes- und Greisenalter in sich und endet mit dem Tode.

II. **Kindesalter, Kindheit** *(aetas infantilis, infantia)* begreift etwa die ersten 7 Lebensjahre in sich, charakterisirt sich im

Allgemeinen durch Zartheit und Weichheit der organischen Gebilde, grosse Empfindlichkeit und Reizbarkeit, sehr regen Bildungstrieb, aber nur geringes Wirkungsvermögen. Es erfolgt in diesem Alter die weitere Entwickelung des Körpers, besonders der animalen (psychischen) Functionen. Im Kindesalter lassen sich noch folgende Abschnitte bezeichnen:

a. **Alter des Neugebornen,** die ersten (etwa 5—6) Tage nach der Geburt, das jüngste Säuglingsalter, begreift die Zeit von der Geburt des Kindes an bis zur Trennung des abgewelkten Nabelschnurrestes in sich und zeichnet sich also durch die noch am kindlichen Körper aufzufindenden Spuren des vorhanden gewesenen engern Zusammenhangs mit dem mütterlichen Organismus aus. In dieser Periode, in welcher das Kind vorzugsweise der reinen Luft, zweckmässigen Nahrung, gleichmässigen Wärme und des mechanischen Schutzes bedarf, schläft dasselbe viel, sein Gesicht ist gewöhnlich gedunsen, die Haut hat eine ins Gelbliche spielende Röthe, der Schädel trägt bisweilen noch die Spuren der langsamen oder schwer verlaufenen Geburt an sich (Kopfblutgeschwulst, Kopfgeschwulst, Eindrücke), die Darmentleerungen bestehen ganz oder zum grössten Theil aus Kindspech *(meconium)* von dunkel-braungrüner Farbe. Das Geschrei des Neugebornen ist kurz, kreischend, rauh; seine Lage gleicht noch der fötalen, namentlich sind Arme und Beine flectirt und an den Leib angezogen; die Seh- und Hörorgane sind gegen die Eindrücke des Lichts und Schalls noch wenig empfindlich. Im Leichname des Neugebornen findet sich am Herzen das *foramen ovale* und der *ductus arteriosus Botalli* noch offen; die Lungen sind mehr oder weniger ausgedehnt.

Sobald das neugeborne Kind geathmet hat (es soll bis zu 1 Stunde ohne zu athmen leben können) gehen in ihm insofern Veränderungen vor, als einige Organe jetzt erst zur gehörigen Thätigkeit gelangen (Athmungsorgane, Darmkanal, Nervensystem und Harnwerkzeuge), andere die Art ihres bisherigen Thätigseins umändern (Haut, Leber, Circulationsorgane), und noch andere ihre bisherige Function ganz einstellen (Nabelgefässe, *ductus arteriosus* und *venosus*, *foramen ovale*, Thymus und Nebennieren). Die hauptsächlichsten Veränderungen betreffen jedenfalls die Organe der Respiration und Circulation. Nach den ersten Athemzügen (welche reflectirte Bewegungen sind, deren Quelle aber noch nicht ermittelt ist, da der Impuls dazu weder von der Luft noch der Kohlensäure in der Lunge u. s. f. ausgehen kann) strömt das Blut aus der *art. pulmonalis* nicht mehr durch den *ductus arteriosus* (in die *aorta descendens*), sondern durch die Aeste der Lungenarterie in die Lunge. Das Herz, welches im Embryo in der Mittellinie lag, wird von der rechten Lunge nach links gedrängt und dadurch die obere Hohlvene verlängert; der unter dem Aortenbogen liegende linke Bronchus zieht den erstern nach oben und vorn, das Zwerchfell zieht das Herz herab, dadurch wird der Aortenbogen flacher, die Insertion des *ductus arteriosus* in die Aorta bildet einen Winkel, und so ist der Blutstrom aus dem *arcus aortae* in die *aorta descendens* begünstigt, der aus dem *ductus* aber erschwert. Das Herz zieht sich gegen 130 Mal in der Minute zusammen. — Der *ductus arteriosus* fängt an sich zu schliessen (im Laufe der ersten Woche) und wird zum *lig. arteriosum*. Die untere Hohlvene wird, weil sie kein Blut mehr aus der Nabelvene erhält, blutärmer; dagegen bekommt das linke Atrium mehr Blut durch die Lungenvenen aus der Lunge; dieses drückt die *valvula foraminis ovalis* gegen das ovale Loch, und da überdies durch das Anziehen der

ven. cava inferior gegen das Zwerchfell die *valvula Eustachii* verkürzt wird, so fliesst kein Blut mehr aus dem rechten in das linke Atrium und die Klappe des *foramen ovale* fängt an (während der ersten Wochen) mit dem Rande des ovalen Lochs zu verwachsen. — Während das Blut des Embryo nicht in helles und dunkles geschieden war, sondern eine zwischen beiden stehende Farbe hatte, trennt es sich nun in Folge der Respiration deutlich in dunkles venöses und helles arterielles. Es findet sich in der Kinderleiche verhältnissmässig mehr in den Venen angehäuft, als bei Erwachsenen. — Der Thorax dehnt sich aus und bleibt weiter; das Zwerchfell steigt nie wieder so weit in die Höhe, wie es vor dem Athmen lag (die Wölbung in der Höhe der 5. Rippe); die Epiglottis, welche beim Embryo mit ihrer ganzen Breite auf der Glottis lag, bleibt nach dem Herabsteigen des Kehlkopfes so von derselben entfernt, dass sie einen stumpfen Winkel mit ihr macht; vor dem Athmen ist die Luftröhre enger, indem die Quermuskeln ihrer hintern Wand so gefaltet sind, dass die Knorpel einander näher liegen; der linke Bronchus liegt vor dem Athmen gerader und weiter nach hinten, nach demselben höher und weiter nach vorn. Die Lungen, welche beim Embryo vollkommen luftleer, blau- oder braunroth, derb und nach hinten in der Brusthöhle gelagert, mit stumpfen Rändern versehen, mehr lang als breit und blutleer waren, auf dem Durchschnitte eine fast körnige Structur zeigten und wegen ihrer grössern specif. Schwere im Wasser untersanken, füllen nach dem Athmen den grössten Theil der Brusthöhle aus, bedecken den Herzbeutel grossentheils, sind lufthaltig (die Luft entweicht sehr schnell daraus), specifisch leichter (schwimmen auf dem Wasser), aber durch das Einströmen des Blutes und der Luft absolut schwerer; sie sind locker und knisternd, sehen äusserlich graulich weiss und fleckig rosenroth (am hintern untern Theil blauroth), auf dem Durchschnitte hell- und zinnoberroth; ihre Ränder sind scharf und entweder hier und da leicht eingekerbt oder läppchenartig vorspringend; das Blut sammelt sich besonders in den grossen Gefässen an. Die Lungen dehnen sich nach der Geburt nur allmälig aus, und die rechte Lunge früher als die linke, vielleicht weil der rechte Bronchus kürzer und weiter ist, auch freier liegt als der linke. — Die Leber ist nicht mehr so gross, schwer und blutreich als beim Embryo; es beginnen die Nabelvene sich in das *lig. teres hepatis*, die Nabelarterien in die *ligg. vesicae lateralia*, und der Urachus in das *lig. vesicae medium* umzuwandeln; die Harnblase findet man beim Embryo gewöhnlich mit Urin erfüllt, im Darmkanale Kindspech. — Die dringendsten Bedürfnisse für den Neugebornen sind das Athmen und die Aufnahme von Nahrung (Muttermilch). Häufig beginnt das Athmen, gewöhnlich in Verbindung mit Schreien, schon während der Geburt, selten aber wohl innerhalb der Gebärmutter nach Abfluss des Fruchtwassers *(vagitus uterinus)*. Nicht selten (bei sehr schnell oder sehr schwer vor sich gehender Geburt) lässt die erste Respiration sehr lange auf sich warten und muss durch Reizungen verschieschiedener Art (Reiben der Fusssohlen, Bespritzen mit Wasser, Saugen an den Brustwarzen, Reiben der Nase oder Kitzeln im Halse, Drücken auf die Nabelschnur) hervorgerufen werden. Bisweilen ist das Kind zu schwach für die Athembewegungen und die Lungen bleiben dann ganz oder theilweise in ihrem fötalen Zustande *(atelectasia pulmonum)*. Es geschieht übrigens das Athmen häufiger und mehr mit dem Zwerchfelle (Bauche) als bei Erwachsenen. Das Bedürfniss nach Nahrung gibt das Kind durch saugende Bewegungen mit den Lippen zu erkennen; wird es an die Mutterbrust gelegt, so sucht es die Brustwarze zu erhaschen, drückt sie mit der Zunge gegen den Gaumen, zieht sie kräftig an und bewirkt so das Ausfliessen der Milch. Die zahnlose und niedrige Mundhöhle des Neugebornen ist zu diesem Geschäfte besonders geeignet.

[NB. Weiteres über den Neugebornen s. später bei Geburt.]

Während der Geburt ist das Kind dem Drucke auf Kopf, Leib und Nabelschnur ausgesetzt und es finden sich deshalb bisweilen Blutaustretungen in und auf dem Schädel, sowie in der Leber, oder es tritt Er-

stickungstod ein. Aber auch ohne bedeutenden Druck kann eine langdauernde und schwere Geburt schädlich werden und Apoplexieen des Gehirns und Rückenmarks, Asphyxie, grosse Lebensschwäche und den Tod bedingen. Ob auch eine zu rasche Geburt dem Kinde Gefahr bringe, ist sehr zweifelhaft; ebenso ist noch nicht mit Sicherheit dargethan, ob das Kind beim Durchgange durch die Geburtswege syphilitischer Ansteckung ausgesetzt ist. — Bald nach der Geburt kann das Kind in Folge des Eintrittes des Athmens, ferner durch die Veränderungen des Kreislaufs, die neuen Eindrücke auf die Haut, das Gehirn und Rückenmark, sowie durch die neue Functionirung des Darms leicht in Gefahr durch Krankheit gerathen. Vorzüglich gefährlich werden ihm: die Atelectasie und der Katarrh (Pneumonie, Oedem) der Lunge (mit Blausucht und Offenbleiben der fötalen Blutwege), die Entzündung der Nabelvene (mit Eitervergiftung des Blutes), die Haut- und Unterhautzellgewebs-Entzündung, der Darmkatarrh, Convulsionen, Trismus und Tetanus. Häufig entstehen auch Augenentzündung, Hautausschläge (Erythem, Pemphigus, Ecthyma, Intertrigo) und Schwämmchen, die sich von der Mundhöhle bis zum Magen erstrecken können. — Die hygieinische Fürsorge für diese Periode besteht vorzüglich in Erhaltung gleichmässiger Wärme, reiner Luft, in Reinlichkeit, sorgfältiger Behandlung des Nabels, gehöriger Leibesöffnung, Abhalten aller heftigern örtlichen Reizung (vorzüglich von starkem Licht, scharfer Luft), zweckmässiger Nahrung (Muttermilch oder verdünnte und versüsste Kuhmilch), vernünftigem Verhalten der säugenden Mutter.

Eine allgemein anerkannte Thatsache ist es, dass in gewissen Lebensaltern die Neigung krank zu werden, sehr ungleich ist; ebenso gibt es unter allen Ursachen, welche auf die Sterblichkeit des Menschen modificirend einwirken, keine einzige, die einen grössern Einfluss darauf hätte als das Alter. Vorzugsweise fällt die grosse Sterblichkeit der Kinder bald nach der Geburt auf, denn während des ersten Lebensmonates sterben fast 4mal so viel Kinder als im 2. Monate, und etwa der 10. Theil der Gebornen geht wieder unter. Vorzüglich sind es Knaben, bei welchen die Sterblichkeit gross ist; übrigens ist diese in den Städten grösser als auf dem Lande.

b. **Säuglingsalter** (späteres): begreift die ersten 9 Monate oder das erste Lebensjahr in sich und schliesst beim Ausbruche der Zähne. In dieser Periode schreitet die Ausbildung des Körpers und Geistes (Gehirns) insofern vorwärts, als das anfangs fast rein vegetative Leben sich allmälig zum mehr animalen entwickelt. Das Wachsthum des Körpers (mit ziemlich bedeutender Fettablagerung, Rundung und Fülle der Glieder) geht ziemlich schnell vor sich (am Ende des 1. Jahres ist das Kind beinahe 3 Fuss lang und etwa 20 Pfund schwer), die fortschreitende Verknöcherung bedingt das Kleinwerden der Fontanelle; die Muskeln werden kräftiger und das Kind lernt allmälig seine Glieder freier bewegen, zu stehen und kriechen; die Haut wird derber, fester und fleischfarbener; die Gesichtszüge nehmen einen belebten Ausdruck an; die Neigung, viel zu schlafen, verliert sich, die Sinnesorgane werden thätig (vorzugsweise der Gesichts- und Gehörsinn, während Geruch- und Tastsinn am längsten unentwickelt bleiben), das Kind fängt an seiner Umgebung Aufmerksamkeit zu schenken, Vergnügen und Missfallen auszudrücken, und lässt articulirte Laute hören. Das Hervorbrechen der Zähne (zuerst die beiden mittlern Schneidezähne des Unter- und dann des Oberkiefers, worauf die seitlichen untern und obern Schneidezähne folgen) beginnt etwa zwischen dem 7. und 9. Lebensmonate, nachdem schon einige Zeit vorher die Zahnkeime in den Kinnladen zu bemerken gewesen sind. Die fötalen

Blutwege schliessen sich erst in dieser Periode vollständig, der *ductus arteriosus* etwa in der 8. Woche, die Nabelgefässe im 2. Monate, der *ductus venosus* im 3. Monate, und das *foramen ovale* erst mit dem Ende des 1. Jahres (und oft noch später).

Im **Säuglingsalter** ist der Mensch noch vielen Gefahren durch die vorher genannten Krankheiten ausgesetzt und die Sterblichkeit in diesem Alter ist im Verhältniss zu späteren noch sehr bedeutend. Der Durchbruch der Zähne bedingt allerdings einige Beschwerden und krankhafte Erscheinungen (im Munde), allein die tödtlichen Folgen, welche man demselben zuschreibt, hängen wohl immer von andern (gewöhnlich vom Arzte nicht erkannten) krankhaften Zuständen (Lungen- und Darmaffectionen) ab. Vorzüglich bedingt das Entwöhnen von der Mutterbrust mit dem Uebergange zu einer unzweckmässigen Nahrung, sowie das Einathmen kalter Luft (bei Ost- und Nordwind) und die Erkältung der Haut (beim Trockenlegen des Kindes im Freien) leicht tödende Lungen- und Darmkrankheiten. Reinlichkeit (Bäder) und gute Luft (besonders im Schlafzimmer) sind die nothwendigsten Erfordernisse zur Erhaltung der Gesundheit; zur später ausbrechenden Tuberculose (Lungenschwindsucht) wird gewöhnlich schon in diesem Alter der Grund gelegt. Die in diesem Alter gewöhnlich vorgenommene Pockenimpfung hat, wenn sie nicht mit Vorsicht und zu einer Zeit geschieht, wo das Kind sich durchaus wohl befindet, zuweilen sichtlich nachtheilige Wirkungen; das Kind fängt von der Zeit an zu kränkeln und zu verkümmern.

c. Das **eigentliche** (übrige oder spätere) **Kindesalter**, das Alter der Milchzähne, beginnt mit dem Ende des 1. Jahres und reicht bis zum eintretenden Zahnwechsel (etwa im 7. Lebensjahre). Die Ausbildung des Körpers und Geistes (Gehirns) schreitet in dieser Periode im Verhältnisse zu den übrigen Altern sehr bedeutend vor; der Körper wächst besonders sehr in die Länge (das Kind wächst bis zum 7. Jahre bis auf 42″ und wird 40 ℔ schwer), wogegen die Fülle und Rundung der Glieder, eine Folge der starken Fettablagerung im Säuglingsalter, sich mehr und mehr verliert. Die Ossification dauert fort, doch verknöchern noch nicht alle Knochen; die grosse Fontanelle schliesst sich etwa im 2. Jahre; das Zahnen währt ebenfalls mit kurzen Unterbrechungen fort, es erscheinen nach und nach die vordersten Backzähne (im 14. Monate ungefähr), zuerst im Unter-, etwas später im Oberkiefer, sodann (in der Mitte des 2. Jahres) die Eck- und zuletzt die 2. Backzähne (zu Ende des 2. Jahres); alle diese 20 Zähne zusammen heissen Milchzähne *(dentes temporarii, lactantes, decidui)*. Allmälig lernt das Kind sich sicherer, selbstständiger und kräftiger bewegen, es lernt kauen, fest stehen, auftreten und gehen; die Fähigkeit, articulirte Laute von sich zu geben, geht nach und nach in eine, obschon anfangs sehr unvollkommene Sprache über. Das Gehirn erreicht in dieser Periode die Gränze seines Wachsthums im Ganzen, wie in seinen einzelnen Theilen; seine Thätigkeit steigert sich allmälig, im Kinde tritt deshalb (vorzüglich durch Gewöhnung) die Fähigkeit zu denken, Begriffe zu bilden und zu wollen, sowie die Einbildungskraft hervor; der Nachahmungstrieb regt sich, es erwachen Leidenschaften und Begierden (Habsucht, Zorn), dabei sind Leichtsinn und Unbestand im Charakter vorherrschend. Das Leben gewinnt immer mehr Festigkeit und Selbsterhaltungskraft; Entbehrung von Wärme, Nahrung und Ruhe wird länger ertragen. Verdauung,

Athmen, Blutlauf und Consumtion erfolgen noch schnell, aber gewinnen an Kraft; alle Secretionen nehmen zu; das arterielle Blut entwickelt sich mehr, die Frequenz des Pulses mindert sich. Der Geschlechtsunterschied fängt an, sich in der Wahl der Spiele und Beschäftigungen zu zeigen, doch ist er im übrigen Habitus des Körpers noch nicht zu erkennen.

Dieses Lebensalter, welches sich besonders durch rasche Ausbildung der Hirnfunctionen, sowie durch körperliches Wachsthum und Kräftigung auszeichnet, zeigt anfangs noch eine ziemliche Gebrechlichkeit und nicht geringe Sterblichkeit. Doch nimmt das Widerstandsvermögen gegen schädliche Einflüsse rasch zu und am Schlusse dieser Periode ist das Kind in das gesündeste Lebensalter eingetreten. Die Krankheiten, zu welchen dieser Zeitraum vorzugsweise disponirt, sind vor allem Lungenkrankheiten (Croup, Pneumonie, Keuchhusten, Tuberculose häufig mit Hirnhauttuberculose als hitziger Wasserkopf), sodann auch Knochen- und Gelenkkrankheiten (Craniotabes, Rhachitis, Pädarthrocace, Coxalgie, Pottsches Uebel), Würmer, acute Hautkrankheiten (Scharlach, Masern, Pocken) und einige Nervenübel (Epilepsie und Veitstanz). — Das hygieinische Verfahren in diesem Alter bestehe vorzüglich im Darreichen gesunder Nahrung, im Aufhalten in frischer guter Luft, Bewahren vor rauher kalter Atmosphäre und scharfen Winden, in Bildung des Charakters durch Gewöhnung (Erziehung). Vorzüglich muss aber das sich erst entwickelnde Gehirn vor Reizung und Anstrengung bewahrt werden.

III. Die **Jugend,** das **Knaben- (Mädchen-) Alter,** *pueritia, aetas puerilis*, reicht vom 7. Lebensjahre bis zur eintretenden Mannbarkeit (etwa im 13. oder 16. Jahre), die sich aber bei den verschiedenen Geschlechtern, Nationen, Climaten, Lebensweisen u. s. f. zu verschiedener Zeit einfindet. Den Anfang dieser Periode bezeichnet der Zahnwechsel, welcher während dieser ganzen Periode fortdauert und in derselben Ordnung wie der Ausbruch erfolgt. Von den bleibenden Zähnen erscheinen zuerst die 3. Backzähne (im 7. Jahre), sodann bald darauf die beiden innern untern und obern Schneidezähne; später (im 8. Jahre) die äussern Schneidezähne, im 9. Jahre die 2. Backzähne und im 13. oder 14. Jahre die Spitzzähne; der Ausbruch der 4. Backzähne fällt in die Pubertätszeit. Der Körper wächst im Knabenalter bedeutend und vorzugsweise in die Länge, der Kopf weniger als die Extremitäten; die Knochen werden fester und nähern sich immer mehr ihrer Vollkommenheit, beim Knaben entwickelt sich der Brustkasten, beim Mädchen das Becken; im Ganzen nimmt der Körper um etwa 10 bis 12″ zu und steigt an Gewicht bis zu 65 ℔. Im Gehirn hört schon das Wachsthum auf, dagegen steigert sich seine Thätigkeit, das Auffassungsvermögen, Gedächtniss und Gefühl werden reger, während Urtheilskraft und Ueberlegung noch bedeutend zurückstehen. Die Thymusdrüse schwindet, die Physiognomie gewinnt festere Züge, die Haut wird immer derber und fester, die Kopfhaare wachsen schneller und erlangen ihre bleibende Farbe.

Das Knabenalter zeichnet sich durch einen besonders günstigen Gesundheitszustand aus, und wenn nicht Krankheiten aus dem frühern Lebensalter herübergeschleppt wurden, entstehen neue Uebel nur selten und in leichtem Grade. Selbst von den epidemisch herrschenden Krankheiten bleibt dieses Alter mehr verschont, als jedes andere. — Diese Periode eignet sich

vorzugsweise zu tüchtiger Abhärtung des Körpers (Turnen) und zur Ausbildung der Fähigkeiten und der Richtung des Geistes (Schule). Vor sexuellen Reizungen (Onanie) ist der Knabe ja zu bewahren. Zu rasches Wachsthum bringt ebenfalls Nachtheile (s. S. 104).

IV. **Jünglings-** oder **Jungfrauen-Alter** *(juventus, aetas juvenilis, adolescentia, pubertas)*, reicht von der beginnenden Entwickelung der Zeugungskraft (Pubertät mit Geschlechtstrieb) bis zur Beendigung des Wachsthums, in unserm Lande beim männlichen Geschlechte ungefähr vom 16. bis 24., beim weiblichen vom 14. bis 20. Jahre. Es ist diese Periode das Alter des Reifens, so dass die wirkliche Reife noch nicht während derselben, sondern erst an ihrem Ende erreicht wird; das Zeugungsvermögen wird nur vorbereitet, um im folgenden Zeitraume in Wirksamkeit zu treten. Das Wachsthum geht zu Anfange dieser Periode meist rasch vor sich und der Körper misst nach deren Beendigung gegen 5—5½' und wiegt etwa 120—150 ℔. Die Knochen nehmen jetzt die bleibende Form an; die Brusthöhle erweitert sich und die Eingeweide derselben gewinnen an Kraft und Energie; der Kehlkopf bildet sich mehr aus und die Stimme wird beim männlichen Geschlechte tiefer und sonorer, beim weiblichen heller und reiner. Die Zeugungsorgane werden grösser, blutreicher, behaart und fangen an zu secerniren; bei der Jungfrau bilden sich die Brüste und die Menstruation tritt ein, beim Jüngling kommt die Samenabsonderung zu Stande. Der Geschlechtsunterschied prägt sich jetzt im äussern Habitus vollkommen aus (s. später bei Geschlechtseigenthümlichkeiten). Der Verstand wird im Allgemeinen gereifter, die Urtheilskraft schärfer, die Phantasie lebhafter, oft auf das Geschlechtliche gerichtet; meist wird das Urtheil und der Wille noch von Gefühlen, Trieben, Leichtsinn und Unbestand beherrscht; nicht selten zeigen sich extravagante Stimmungen, exaltirtes Wesen, unklares Schwärmen und Schmachten.

Die Zeit der Pubertätsentwickelung zeigt noch ein günstiges Mortalitätsverhältniss, obschon in derselben Erkrankungen häufiger als im vorigen Alter sind. Rasches Wachsthum (s. S. 104), die Umgestaltung, welche Leib und Seele erleiden, die neuen Functionen, welche eintreten (Samenbereitung und Lösung von Eiern mit der Menstruation), können Veranlassung zu zahlreichen Störungen geben. Häufig findet sich die Disposition zu Congestionen (nach Kopf und Brust) und Blutungen (Nasenbluten); bei Mädchen erzeugt der gesteigerte Blutzufluss zu den Genitalien Schwere und Druck im Kreuze, Schmerzen und Krämpfe vor der Menstruation. Folgende Krankheiten trifft man in diesem Alter häufig an: Bleichsucht und Hysterie, Magenkrampf (beim weiblichen Geschlecht, entweder in Folge der Chlorose oder eines runden Magengeschwürs), Typhus, acuten Rheumatismus und Herzentzündung (zu Klappen- und Ostienfehlern führend), Tuberculose. — In dieser Periode müssen sexuelle Aufregungen und zu grosse geistige und körperliche Anstrengungen vermieden werden. Nicht selten erstarken schwächliche Subjecte in dieser Zeit, und alte Leiden kommen zur Heilung.

V. Das **Mannesalter**, Mittelalter, das gereifte, männliche oder stehende Alter, *aetas virilis*, bildet die erste Hälfte des reifen Lebens oder der Volljährigkeit, die Periode der Blüthe (s. S. 18), und reicht von der beendigten Pubertätsentwickelung bis zum Eintritte des höhern Alters, ungefähr vom 24. bis zum 55. Jahre.

Dieses Alter gibt sich durch die vollständige Entwickelung der Organe des Körpers sowohl, als auch der Geisteskräfte kund; während desselben besteht die gehörige Zeugungsfähigkeit (nur bei Weibern hört sie früher auf, nicht selten schon mit dem 40. Jahre). Wachsthum findet nicht ferner statt, die Ossification ist beendet, die Geschlechtseigenthümlichkeit spricht sich deutlich aus. In psychischer Hinsicht zeigt sich das Vorherrschen der Phantasie und Gefühle geringer, es tritt ruhige Ueberlegung, Herrschaft der Vernunft über den Willen, Festigkeit der Entschlüsse und Ausdauer im Handeln ein. — Man könnte dieses Alter einiger Erscheinungen wegen noch trennen: in das erste (vom 25. bis 40. Jahre) und zweite Mannesalter (vom 40. bis 55. Jahre). Im erstern herrscht die Arteriellität vor, das Blut ist gerinnbar (faserstoffreich, braunroth); im letztern (die climacterischen Jahre umfassend) findet sich ein mehr venöses Blut (dunkel, dickflüssig, fettig) und der vorher schlanke Körper nimmt durch Fettablagerung an Umfang zu, bekommt *Embonpoint*.

Das Mittelalter dürfte der gesündeste Lebensabschnitt sein; das erste Mannesalter ist am meisten zu Entzündungen (mit gerinnender oder Faserstoffausschwitzung) geneigt, im zweiten Mannesalter finden sich gern Stockungen im Venensysteme mit Congestionen (Hämorrhoiden, Pfortaderleiden), Blutungen, Krebsablagerung, Gicht, Steinkrankheit, Schleimflüssen u. s. w. ein. Die meisten der genannten Uebel, welche oft schnell das Greisenalter herbeiführen, werden von einer unzweckmässigen Lebensweise, hauptsächlich durch zu wenig Bewegung und daher rührende Störung des Blutumlaufs bedingt (das Turnen erhält jung).

VI. Das **höhere, Gross-** oder **Greisenalter** *(senectus)*, die zweite Hälfte des reifen Lebens, ist die Periode des Welkens (s. S. 19), denn nachdem der Körper auf der Höhe seiner Ausbildung gleichsam eine Zeit lang still gestanden hat, schreitet derselbe nun allmälig der Abnahme und Erschöpfung der Kräfte bis zum endlich erfolgenden Tode zu. Wegen des sehr allmäligen Ueberganges von der Kraft des Mannes zur Gebrechlichkeit des Greises lässt sich der Anfang dieser Lebensperiode nicht fest bestimmen, auch fällt derselbe bei verschiedenen Menschen (vorzüglich nach ihrer frühern Lebensweise) auf verschiedene Jahre. Gewöhnlich nimmt man an, dass der Eintritt des Greisenalters bei Männern zwischen das 50. und 60., bei Weibern zwischen das 40. und 50. Lebensjahr falle. — Die Rückbildung (Involution) geschieht nicht in allen Organen auf einmal, bald ergreift sie dieses, bald jenes System zuerst und pflanzt sich successive auf die übrigen fort, doch gibt es keine Regel für die Folge dieser regressiven Metamorphose. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die Organe, welche sich im Fötus- und Jugendleben zuerst entwickelten, im Alter auch zuletzt abtreten (d. s. die vegetativen Organe), und umgekehrt (Geschlechts- und psychische Organe). Das Charakteristische des Alters ist: Sinken der Bildungsthätigkeit (die Neubildung tritt zurück, die Mauserung überwiegt), Trägheit des Stoffwechsels, Massenabnahme (Schwund), Austrocknung, Starrwerden contractiler Theile, Entfärbung. Der Hauptgrund dieser Erscheinungen liegt zunächst in der schlechtern Beschaffenheit des Blutes und seiner Circu-

lation, diese ist aber wieder abhängig vom verschlechterten Zustande der darauf influirenden Organe. — Viele Erscheinungen des sinkenden Lebens sind solche, welche in den mittlern Lebensjahren bestimmten Krankheiten zukommen und man hat sie deshalb Involutionskrankheiten (mit Unrecht) genannt *(senectus ipsa morbus)*; auch wollen manche Aerzte dieselben durch Medicin wegschaffen (!). — Man hat übrigens das Greisenalter auch in die folgenden 2 Perioden getheilt: 1) Das **erste** oder **frühere Greisenalter** *(senectus prima)* beginnt in der 2. Hälfte des 5. Jahrzehnds, mit dem vollständigen Erlöschen der Zeugungskraft beim Weibe und mit der Verminderung derselben beim Manne, und dauert bis gegen das 70. Jahr. Der Eintritt dieses Alters zeigt sich durch Grauwerden der Haare, durch Abnahme der Kräfte, Runzelung und Welksein der Haut, Zerfallen der Gesichtszüge, Ausfallen der Zähne, Schwäche der Sinnesverrichtungen; das Gedächtniss und die Urtheilskraft werden immer schwächer. 2) Im **höhern Greisenalter** *(senectus decrepida)*, welches etwa vom 70. bis 80. Jahre dauert, sinkt der Mensch zu einer fast nur vegetativen Existenz und in geistiger Beziehung zur Kindheit herab. Alle Functionen gehen jetzt unvollkommen von statten und partielle Lähmungen haben sich eingestellt. — Im Greisenkörper findet man die folgenden anatomischen und physiologischen Störungen:

I. Die **Neubildung des Blutes** ist schwächer, es ist ärmer an plastischen Bestandtheilen, weil

1) die Chylus-Bildung mangelhaft; aus folgenden Ursachen:

a. Die Verdauung geschieht weniger gut, denn

α) das Kauen ist wegen der ausgefallenen oder schlechten und lockern Zähne unvollkommen; β) das Einspeicheln geschieht schlechter, da der Speichel zäher, die Speicheldrüsen geschwunden und fester, oder dünner, schlaffer; γ) die Deglutition ist etwas beschwerlicher, weil der Schleim zäher und die Muskelbewegung kraftloser.

b. Die Magenverdauung taugt ebenfalls weniger, weil

α) die Magenschleimhaut, welche dicker, fester, unebener und grau geworden und mit viel zähem Schleime überzogen ist, zur Secretion und Resorption untauglicher (der Magensaft soll, von Phosphor-, Harn- und Fettsäure, sauer sein); β) die Muskelhaut des Magens ist wegen verminderter Innervation und rigider Faser kraft- und tonloser.

Daher das leichte Aufblähen des Magens, und das längere Verweilen der Speisen im Magen (leichter Gährung derselben; Aufstossen).

c. Die Gallenabsonderung und die Secretion des pancreatischen Saftes ist verringert; denn

α) das Pancreas ist entweder dünner, schlaffer, fettig entartet, oder hart und geschrumpft;

β) die Leber ist kleiner (rothe Atrophie, mit verdünnten und scharfen Rändern), fester, zäher, trockner, mit dickem, theerartigem Blute und wenig, dicker, dunkler Galle. Bisweilen ist das Parenchym schlaff, teigig, fettig, mit wenig wässerigem Blute.

d. Die Chylusresorption ist herabgesetzt, weil:

α) die Darmschleimhaut zäher, dicker und mit viel trübem, grauem, zähem Schleime bedeckt ist; weil ihre Zotten, Drüsen und Lymphgefässe geschrumpft und der Pfortaderblutlauf sehr träg ist.

β) Die Muskelhaut des Darmes ist wegen herabgekommener Innervation und Reizbarkeit unthätiger.

Digestionsbeschwerden: Appetitlosigkeit, Flatulenz, Verstopfung, Kolik, Diarrhöe, Icterus, Gallensteine, Magen- und Darmblutungen — entstehen aus den angeführten Veränderungen.

c. Der Lauf und die Assimilation des Chylus ist geschwächt, denn:

α) die Lymphgefässe sind enger und in ihren Wänden rigider oder schlaffer;

β) die Lymphdrüsen sind geschrumpft, atrophisch;

γ) die Milz ist klein, gerunzelt, breiig erweicht oder brüchig fest.

2) Die Blutbildung ist wegen geschwächter Respiration mangelhafter.

a. Die Athembewegungen geschehen träger, denn:

α) das Thoraxskelet ist enger, oft missgestaltet (durch Krümmung der Wirbelsäule), weniger elastisch wegen Verknöcherung der Rippenknorpel und Bänder;

β) die Thätigkeit der Respirationsmuskeln ist geringer, weil der Nerveneinfluss (in Folge der schlechtern Ernährung des Nervensystems überhaupt und des schwächern Lufthungers), sowie die Contractilität der Muskeln (welche atrophisch und rigider) schwächer.

b. Die Lunge steht in Folge der Involution dem Athmungsprocesse weniger gut vor; sie ist trocken, blutarm, zähe, weniger elastisch, ihre Bläschen sind erweitert (emphysematös-atrophisch); die Bronchien und überhaupt die Luftwege sind weiter; die Schleimhaut ist dicker, mit zähem Schleime.

Brustbeschwerden des Alters sind: Dyspnöe, Asthma, chronischer Katarrh, Husten mit wenig zähem Sputum, Lungenblenorrhöe.

II. Die **Reinigung des Blutes** (Mauserung) geht weniger gut von statten, aus folgenden Gründen:

1) Der Athmungsprocess ist weniger im Gange (s. vorher 2).

2) Die Gallensecretion ist wegen des trägern Laufes des Pfortaderblutes und des Marasmus der Leber weniger gut.

3) Die Nieren- und Hautthätigkeit ist in Folge der Veränderungen der betreffenden Organe und des geringern Blutzuflusses herabgekommen.

α) Die Nieren sind klein, zähe, fest, bisweilen fettig entartet, blutarm; der Urin dick, dunkel, reich an Salzen und Harnstoff. Die Harnab- und Ausscheidung ist manchmal so vermindert oder ganz aufgehoben, dass der ins Blut aufgenommene Harnstoff Urämie erzeugt. — Die Harnblase verliert entweder an Capacität und schrumpft zusammen, oder die Muskelhaut derselben ist gelähmt und die Blase wird mechanisch durch den Urin, bisweilen ganz enorm, ausgedehnt.

β) Die Haut ist schlaff, runzelig, dunkler, bräunlich, trocken, zäher, spröde, nicht leicht schwitzend, weniger empfindlich und contractil.

γ) Die serösen Häute sind dichter, fester, trockner, undurchsichtiger; ihr Resorptionsvermögen ist geschwächt.

Wegen der gestörten Reinigung des Blutes ist dasselbe reicher an Salzen (erdigen) und Extractivstoffen, und disponirt deshalb besonders zu phosphor- und harnsauren und andern erdigen Ablagerungen.

III. Der **Kreislauf des Blutes** geht weniger rasch und gleichmässig vor sich, weil das Herz und die Gefässe, ausser dem Verluste

ihres gehörigen Nerveneinflusses, Veränderungen erleiden, die sie zur Fortschaffung des Blutes und zur Ernährung untauglicher machen. Daher: Blutstockungen und Blutungen.

a. Das Herz nimmt an Grösse und Dicke ab, wird welk, dunkel, bisweilen fettig entartet und durch kalkige Ablagerungen im Klappen- und Ostienapparate krank.

b. Das Gefässsystem wird im arteriellen Theile enger und rigider, im venösen weiter.

α) Die Arterien werden enger, rigider, brüchiger, verknöchern, werden länger und schlängeln sich, verlieren ihre Elasticität, zerreissen leicht (daher die häufigen Apoplexieen). An der *art. temporalis* deutlich sichtbar.

β) Die Venen werden weiter, dünner, schlaffer, verlieren ihre Contractilität und Elasticität.

γ) Die Haargefässe werden weiter, aber dicker in ihren Wänden, rigider und spröder, obliteriren oft; das Blut stockt in ihnen, weil die Wände ihre Contractilität verloren haben, und daher Geschwürsbildung und Brand.

IV. Die **Nerventhätigkeit** ist herabgesetzt, weil die Nervensubstanz härter, zäher, elastischer, dichter, trockner, blassgrauweiss oder gelblich, die Corticalsubstanz blassröthlich-grau und weniger, das Neurilem dichter geworden ist.

1) Das Gehirn nimmt an Volumen und Gewicht ab (daher *hydrocephalus* und *apoplexia ex vacuo*), wird blutarm, die Gyri sind dünner und niedriger, die Sulci breiter und tiefer, einzelne Windungen sinken ein und daher grubige Vertiefungen, die Ventrikel werden weiter und wasserreicher, das Ependyma ist undurchsichtig, dicker und zäher; die Gefässe sind rigider, verknöchert und obliterirt (deshalb leicht Apoplexie und gelbe Erweichung), so dass man die Haargefässe oft beim sanften Durchschneiden mit dem Messer als spröde fühlen und auf der Schnittfläche zahlreiche, dickhäutige, blutleere Gefässe klaffen sehen kann. — Die *dura mater* ist meist gefaltet, von Pacchionischen Granulationen durchbrochen, und oft mit Knochennadeln (besonders an der *falx cerebri*) besetzt. Die innern Hirnhäute sind dick, zähe, gelblich weiss und undurchsichtiger.

Diese *atrophia senilis* des Gehirns erzeugt: geringere Sensibilität und Motalität, Gedächtniss- und Urtheilsschwäche, Schwatzhaftigkeit, *fatuitas senum etc.*

2) Das Rückenmark wird dünner und zäher, das Mark graulich weiss, die Menge der Spinalflüssigkeit vermehrt sich.

3) Die Nerven leiden ebenfalls an Volums-Abnahme und Consistenz-Zunahme; an ihren Scheiden findet sich eine reichlichere Quantität Fett, und einzelne Partieen (wie am Sympathicus) scheinen sich fast in Fett und Zellgewebe aufzulösen.

V. Die **Sinnesorgane** bieten ebenfalls nicht unbedeutende Altersveränderungen dar.

1) Auge. Die durchsichtigen Flüssigkeiten nehmen an Menge und Durchsichtigkeit ab, werden dicker; die Cornea wird kleiner, dichter und platter, unelastischer und mit dem Alterskreis an der Peripherie (*gerontoxon;* durch Obliteration der Gefässe); die Sclerotica wird graulich, straffer und unnachgiebiger; — die Iris blässer, die Pupille enger; — die Choroidea blässer und zur Verknöcherung geneigt; — die Retina dünner; — die Linse flacher, dichter, gelblich, trübe, härter oder weicher; — der Glaskörper dichter, gelblich, undurchsichtiger. — Die Thränenpunkte schliessen sich oft; die Conjunctiva erschlafft; der Tarsus schrumpft (En- und Ectropium).

2) Gehör: die Gehörknöchelchen ankylosiren; — das Trommelfell wird trockener und spröder; der Ohrenschmalz dick und der Gehörgang trocken; die Paukenhöhle kleiner und mit dünnem grauem Schleime; das Gehörwasser dicker und weniger.

3) Geschmacksorgan: die Zunge überzieht sich mit dickem Epithelium, ihre Musculatur erschlafft; der Speichel ist zäher und weniger, die Schleimhaut dicker.

4) Geruchsorgan: die Nase ist trocken, weil wenig oder keine Thränen zufliessen und die dickere Schleimhaut wenig zähen Schleim absondert.

VI. Die **Geschlechtsorgane** erleiden gewöhnlich zuerst die Nachtheile des Alters, sie schrumpfen ein, werden schlaff und trocken.

1) **Männliche Geschlechtstheile.** Das Scrotum ist dunkler und schlaff; — der Penis klein und runzlig, cavernöser; — der Hoden schwindet, ist anämisch, schlaff oder härter; — die Samenleiter sind enger; — die Samenbläschen zusammengefallen, trockner und härter, mit dickem, leimähnlichem Inhalte; — die Prostata gewöhnlich grösser, härter, lappig, mit erweiterten Gängen (voll sogen. Prostatasandes); — die Muskeln am Perinäum häufig fettig entartet; — oft Varicositäten an den Genitalien.

2) **Weibliche Geschlechtstheile.** Der Schamberg geschwunden und die Haare daselbst nicht gekräuselt, grossentheils ausgefallen; — die grossen Schamlippen dünn und schlaff, die kleinen fast verschwunden; — die Vaginalschleimhaut dick, rauh, mit dickem Epithelium überzogen, dunkel, die meisten Runzeln verstrichen; — die Scheide kürzer und nach oben trichterförmig zulaufend, wenn die Vaginalportion des Uterus geschwunden ist. — Der Uterus, welcher seine Knickung nach vorn verliert, gestreckt oder leicht nach rückwärts gebogen erscheint, wird kürzer, aber kugelförmiger und breiter, in seinen Wänden dünner, trockner und fester oder marcid, in seinem Cavum weiter. Letzteres ist mit glatter, fast seröser, blaugrauer Schleimhaut ausgekleidet und oft mit bräunlichem, gummiartigem oder grauem Schleime gefüllt. Der Cervix ist kleiner, die Vaginalportion dünner und kürzer, die Schleimhaut des Cervix mit vergrösserten Follikeln *(ovula Nabothi)* besetzt. Oft finden sich in der Uterussubstanz Fibroide und kleine Apoplexieen; bei Weibern, welche oft geboren haben, dickhäutige, weite, blutleere Venen. — Die Ovarien schrumpfen sehr ein, besonders in der Breite und Dicke, werden höckerig, mit fast knorpliger Kapsel und schwieligem Stroma. Der Venenplexus der breiten Mutterbänder ist erweitert. — Die Brustdrüsen werden klein, schlaff, fettlos, mit dunklem Hof und Brustwarze, die Milchgänge obliteriren.

VII. In den **Bewegungsorganen** (activen und passiven) finden sich folgende Abweichungen:

1) Die Muskeln werden schlaffer oder straffer, trockner und härter, blässer, zerreisslicher oder zäher, dünner und kürzer (besonders die Flexoren und daher die Beugungen), verlieren an Tonus, Contractilität und Elasticität; das Zellgewebe zwischen den Fasern schwindet und wird trockner, fettloser und fester (die Muskeln werden eckiger). Bisweilen entarten die Muskeln zu fettiger Masse *(steatosis musculorum)*, oder verknöchern selbst. — Die Schleimbeutel enthalten weniger und dickere Synovia, werden immer kleiner und schwinden endlich. — Die Sehnen werden starrer, gelblich und verknöchern bisweilen.

Deshalb: die Beweglichkeit im Alter verringert, die Bewegungen kraftlos, zitternd und schwankend; die Haltung gebeugt, die Sprache stammelnd, die Functionen der vegetativen Muskeln schwächer.

2) Die Knochen sind dünner, mürber, brüchiger, kantiger; die Marksubstanz poröser oder ganz geschwunden; das Mark dickbreiig, röthlich

grau oder ölig flüssig; die Rinde dünner und brüchiger; die *foramina nutritia* und andere Oeffnungen (besonders die am Kopfe für die *emissaria Santorini*) verengern und schliessen sich wohl auch.

3) Die Knorpel werden entweder voluminöser und poröser, gelb, undurchsichtig und verknöchern (die wahren, selten die Faserknorpel); oder die Gelenkknorpel werden dichter, dünner, abgeschliffen, und weniger elastisch.

4) Die Bänder verkürzen sich, verlieren ihre Elasticität, werden trocken und saftlos, verdicken sich, werden callös oder knorplig, verknöchern selbst.

Die Krankheiten, welchen das Greisenalter gewöhnlich unterliegt, sind: *a)* in der Schädelhöhle: Apoplexie, Hydrocephalus, Hirnerweichung, Oedem der Hirnhäute und des Gehirns, (Hirnhautentzündungen sind sehr selten); — *b)* in der Brusthöhle: Lungenemphysem und Bronchiectasie; passive Stasen in der Lunge (mit Katarrh), Pneumonie (meist katarrhalische) und Lungenödem; Klappen- oder Ostienfehler im Herzen; Aortenkrankheiten; — *c)* in der Bauchhöhle: Follicular-Dysenterie im Dickdarme, bisweilen mit Bauchfellentzündung (welche dünnes, eitriges Exsudat liefert); krebsige Ablagerungen (mit Verengerungen); Krankheiten der Harnorgane. — In hygieinischer Hinsicht verlangt das Greisenalter: eine sorgsamere Pflege, kräftige und leichte Diät mit Wein *(vinum lac senum* und *lac vinum infantum)* und reizenden Gewürzen, mässige Bewegung, Genuss frischer Luft und eine anregende, aber nicht anstrengende Beschäftigung.

Alterseigenthümlichkeiten.

In den verschiedenen Lebensaltern zeigen sich in dem Baue und den Eigenschaften der verschiedenen Systeme und Organe Eigenthümlichkeiten, von welchen die Verschiedenheit in den physiologischen, sowie oft auch in den pathologischen Processen abhängig ist, und welche der Arzt sowohl für den Sectionstisch, als auch für das Krankenbette kennen muss. Es folgt deshalb hier eine kurze Uebersicht der wichtigsten Altersunterschiede; über die Grösse, den Umfang, das Gewicht und die Proportionen des Körpers in den verschiedenen Altern s. S. 102 u. ff.

I. **Kopf.** *a.* Beim Neugebornen ist der Kopf meist unregelmässig rundlich, seine Höhe beträgt etwa den 4. Theil der Körperlänge, er wiegt gegen 1½ ℔ und misst etwa vom Hinterhaupts- bis zum Stirnbeine 4—4½″, von einem Scheitelbeine zum andern 3¼—3½″, vom Hinterhauptsbeine bis zum Kinne 5″, von der Stirn bis zum Kinne 3½″; der grössere Umfang des Kopfes beträgt 13—15″, der kleinere (quer über den Scheitel) 10½″. Die grösste Breite der Hirnschale fällt etwas unter die beiden Scheitelbeinhöcker (nicht zwischen die Schläfeschuppen). Die Hirnschale, deren Knochen sehr blutreich, bläulich, mehr einzuknicken als zu brechen sind, überwiegt bei weitem das Gesicht; die Ossificationspunkte am Stirn- und Scheitelbeine *(tubera frontalia* und *parietalia)* treten stark hervor; der obere und untere Rand des Stirnbeins stehen fast senkrecht unter einander; das Hinterhauptsbein ist stark gewölbt und liegt mehr horizontal (weshalb der Kopf des Neugebornen stärker nach hinten hervortritt), so dass die Condylen gerade in der Mitte der Schädelbasis sich befinden (wodurch das Balanciren des Kopfes erleichtert ist). Die Schädelknochen sind noch nicht durch Nahtzacken mit einander verbunden, sondern durch Knorpel (Nahtknorpel), durch Pericranium (welches weit fester mit den Nahtknorpeln als mit dem Knochen verbunden ist) und durch die harte Hirnhaut; ihre Ränder liegen zwar dicht an einander, sind aber noch gegen einander beweglich; von den Fontanellen ist die vordere 4eckige noch weit offen (sie schliesst sich erst im 2. Jahre); die hintere und

die seitlichen Fontanellen sind geschlossen oder nur wenig geöffnet. Die Knochenflächen und Fortsätze, an welchen die Muskeln entspringen, sind nur wenig noch entwickelt; die Augenbrauenbogen findet man, da sie der äusserliche Ausdruck der Entwickelung der Stirnhöhlen sind und diese erst im 10. Jahre sich mehr ausbilden, kaum angedeutet. — Das Gesicht des Neugebornen ist im Verhältnisse zum Schädel, welcher mit zahlreichen, kurzen, feinen Haaren besetzt und von einer dünnen Kopfschwarte locker überkleidet ist, klein und rund, glatt, ausdruckslos, aber freundlich; die Augenbrauen und Augenwimpern sind ausgebildet, die Ohren sind fest. — *b.* Mit dem Wachsthum des Kopfes nimmt die Basis der Hirnschale, nebst dem daran angefügten Gesichte, im Verhältniss zum Schädel, fortwährend zu, dagegen die Hirnschale als Ganzes gegen das Gesicht fortwährend ab. Bis zum 5. Lebensjahre nimmt der hintere Theil der Schädelbasis zu (wegen der rasch zunehmenden Vergrösserung des Hinterhauptbeines, um für die Nackenmuskeln die nöthigen Ansatzflächen zu schaffen), vom 10. Jahre wächst der vordere Theil der Schädelbasis (Gesichtsbasis) stärker (um für die bleibenden Backzähne hinlänglich Raum zu schaffen). Mit der relativen Verkleinerung des Schädels geht stets eine Abflachung des fast senkrecht stehenden Stirnbeines einher, der obere Rand desselben weicht nämlich mehr nach hinten, während der untere durch das Vortreten des Oberkiefers nach vorn gezogen wird, und zugleich auch durch die vom 10. Lebensjahre an stärkere Zunahme der Sirnhöhlen (welche sich erst nach dem 1. Lebensjahre zu bilden anfangen) vorgedrängt wird. Das Hinterhauptsbein stellt sich nach und nach mehr aufrecht und ragt dann weniger nach hinten, die Condylen rücken deshalb mehr hinterwärts und die Nackenmuskeln (welche jetzt den Kopf kräftiger zu halten haben, da sein Schwerpunkt nicht mehr in der Mitte, sondern weiter vorwärts liegt) werden stärker, so dass die Gränze zwischen Nacken und Hinterhaupt weniger ausgeprägt ist und eine geringere Vertiefung als früher bildet. Durch das Schwinden der Stirnhöcker und das Hervortreten der Augenbrauenbogen nimmt die Glabella eine andere Gestalt an, denn beim Kinde stellt sie eine 3eckige Fläche mit der Spitze nach oben, beim Manne dagegen eine mit der Spitze nach unten dar *(Hyrtl)*.

Die Verknöcherung am Schädel des Neugebornen ist in folgender Weise vorgeschritten: am vollkommensten verknöchert sind die Gehörknöchelchen, das Labyrinth und der Theil des Felsenbeines, welcher die Paukenhöhle bildet, nächst diesem der Unterkiefer. Das Stirnbein ist noch in 2 Hälften getheilt, die Tubera treten sehr hervor, und noch findet sich keine Spur der Stirnhöhlen; das Hinterhauptsbein besteht aus 4 Stücken, das Keilbein aus 3 Theilen (aus dem mit den beiden kleinen Flügeln verwachsenen Körper und den beiden Seitenflügeln) und hat keine Sinus im Körper. Die Scheitelbeine sind noch nicht 4eckig, haben ein faseriges Ansehen und stark vorspringende Tubera; das Schläfenbein besteht aus 4 Stücken (dem Felsen-, Zitzen- und Schuppentheil und dem *annulus tympani*); das Siebbein ist noch in 3 Theile getheilt, von denen der mittlere ganz knorpelig ist und die Seitentheile nur wenig Spuren von Verknöcherung zeigen. Die Oberkiefer zeigen noch eine Spur des dagewesenen Zwischenkiefers, sind niedrig, enthalten die Zellen für 2 Schneidezähne, den Eckzahn und 2 Backzähne und eine deutliche, jedoch noch sehr unbedeutende Highmorshöhle. Die Gaumenbeine sind sehr niedrig, wenig ausgebildet, bestehen aber schon aus einem Stücke; der Unterkiefer ist niedrig und in 2 Hälften getheilt, er enthält die 12 mittlern Alveoli. In den obern und untern Zahnzellen finden sich schon die gallertartigen Keime der 20 Milchzähne und der 4 diesen zunächst stehenden Backzähne.

c. Im höhern Alter wird der Schädel kleiner, leichter, dünner, spröder und brüchiger, verliert fast $^2/_5$ der Schwere, welche er im Mittelalter hatte; er nimmt im senkrechten Querumfange (von einem *processus mastoideus* über den andern herüber), im horizontalen Umfange (in der Höhe des untern Theiles der Stirn) und im Längendurchmesser ab, nicht aber im senkrechten Längenumfange (in der Mittellinie) und im Querdurchmesser. Die Nähte verwachsen, zuerst an der innern Schädelfläche und die Pfeilnaht (am spätesten die Lambdanaht); die Diploë schwindet, so dass die beiden Knochentafeln einander näher rücken und endlich zu einer Platte verschmelzen. Durch Resorption der Knochenmasse entstehen hier und da dünne Stellen und selbst Löcher (wie: am äussern vordern Theile des grossen Keilbeinflügels, an der Orbitafläche des Jochbeins, in den untern Gruben des Hinterhauptes, am Augentheile des Stirnbeins, am Thränenbeine); auch werden vorhandene

Oeffnungen und Sinus weiter (wie: die Stirnhöhlen, Orbitalfissuren), während andere sich verengern (wie: die *sinus mastoidei*, die Paukenhöhle und in ihr die Fenster, das Hinterhauptsloch) oder gar schliessen (wie die Löcher für die *emissaria Santorini*). Merkwürdig ist eine (von *Rokitansky* beschriebene) symmetrische Verdünnung des Schädels auf der Höhe beider Scheitelbeine: es schwindet hier nämlich die Diploë an einer länglichrunden Stelle so, dass beide compacte Tafeln zu einer durchscheinenden papierdünnen Platte verschmelzen, um welche herum aber die Diploë angehäuft und der Knochen äusserlich zu einem unebenen Wulste verdickt ist. Nicht selten finden sich auch sehr tiefe Pacchionische Gruben. Die Augenbrauenbogen ragen mehr hervor und die Glabella zeigt sich deshalb eingesunkener, nach unten spitziger. Die meisten Zähne sind ausgefallen, die noch vorhandenen aber locker, schwärzlich, an ihrer Krone abgeschliffen, ohne Schmelz und Spitzen, mit vielem Zahnsteine belegt; die Zahnzellenränder sind resorbirt, so dass die Kiefer wieder so niedrig wie beim Neugebornen sind; das Zahnfleisch ist schwielig hart geworden. Der Unterkiefer bildet nun einen grössern Bogen als der Oberkiefer, steht deshalb (besonders mit dem Kinne) vor diesem weit hervor und trifft beim Kauen mit seinem vordern Theile nicht auf denselben. Der ganze untere Theil des Gesichts ist wegen des Verlustes der Zähne und Zahnhöhlen weit niedriger. — Das Gesicht zeigt viele Runzeln der Haut, die rigiden Temporalarterien sind geschlängelter unter der Haut sichtbar; an der kleinern, dichtern und plattern Cornea findet sich eine etwa linienbreite halbmondförmige Verdunkelung, der sogenannte Alterskreis oder Greisenbogen *(gerontoxon)*, der durch Obliteration der Gefässe entstanden ist. Die Sclerotica ist graulich, straffer und unnachgiebiger, die Iris blässer, die Pupille enger; die Thränenpunkte sind nicht selten geschlossen (daher Thränenfluss), die Conjunctiva erschlafft und die Lidknorpel geschrumpft (daher En- oder Ectropium); der Gehörgang ist trocken und hält eingedickten Ohrenschmalz (daher oft die Schwerhörigkeit).

a. **Hirnhäute** (s. Bd. I. S. 471). — 1) Die **harte Hirnhaut** ist beim Kinde ziemlich fest mit dem Schädeldache verbunden, theils durch zahlreiche Gefässe, theils durch Verwachsung mit den Nahtknorpeln. Beim Neugebornen steht sie in der Gegend der Seitenwandhöcker vom Knochen etwas ab. Sie ist prall über die Hirnoberfläche gespannt, bläulich-durchscheinend, blutreich (mit vielen Blutpunkten). Mit dem Alter nimmt sie an Festigkeit und Undurchsichtigkeit zu, an Blutreichthum ab. Ihre Blutleiter enthalten viel dünnflüssiges Blut. Beim Erwachsenen liegt die *dura mater* genau an der innern Schädelfläche an, ist fester, bläulichweiss und undurchsichtig. Die Blutleiter enthalten Faserstoffstränge mit oder ohne Blutcoagulum. Beim Greise ist die *dura mater* verdickt, gefaltet, locker über das (atrophische) Gehirn gespannt, blutarm, gelblichweiss, stellenweise mit dem Schädel fester verwachsen, von Pacchionischen Granulationen durchbohrt und bisweilen mit Knochennadeln (besonders an der *falx cerebri*) besetzt. Die Blutleiter enthalten kein oder nur wenig dunkles flüssiges Blut, oder unbedeutendes Fibringerinnsel. — 2) Die **innern Hirnhäute** (Arachnoidea und *pia mater*) sind beim Kinde sehr dünn, farblos und durchsichtig, leicht zerreisslich; ihre grössern Venen sind meist mit dunklem Blute erfüllt; Pacchionische Granulationen fehlen; Cerebralfluidum ist in ziemlicher Menge vorhanden. Beim Erwachsenen ist der Wasser- und Blutgehalt dieser Häute viel geringer, Pacchionische Granulationen sind dagegen in geringerer oder stärkerer Grösse und Menge vorhanden; sonst verhalten sie sich wie beim Kinde. Beim Greise sind die innern Hirnhäute verdickt, weniger durchsichtig, zähe, grau- oder gelblichweiss, mit starken Pacchionischen Granulationen und viel Cerebralfluidum (*hydrops ex vacuo*, weil durch die Hirnatrophie ein leerer, mit Wasser ausgefüllter Raum entstanden). — 3) Die **Adergeflechte** verhalten sich ähnlich wie die innern Hirnhäute; sie sind in der Jugend zart und blutreicher, im Alter dicker, fester, blutärmer und blass, bisweilen mit kalkartigen Concrementen oder Blasen (mit Wasser, Fett, Colloid).

b. **Gehirn** (s. Bd. I. S. 445). — Beim Kinde, wo das Gehirn im Allgemeinen eine geringere Entwickelung zeigt, ist seine Substanz perlglänzend, weniger weiss, mehr durchscheinend, hellröthlichgrau und nicht deutlich in Rinden- und Marksubstanz geschieden, auch weniger fest (fast gallertartig). Es zeichnen sich aber durch grössere Festigkeit und Weisse aus: die *medulla oblongata* (vorzugsweise die Oliven), die *corpora quadrigemina* und *mammillaria*, die *thalami* und der *pons*. Die Faserung im Grosshirn ist noch nicht zu erkennen; die Gyri sind dicker, niedriger und weniger zahlreich. In den Ventrikeln befinden sich nur wenige Tropfen klaren gelben Wassers, und die Erhabenheiten in denselben sind weniger hervorragend. Die Hirnsubstanz enthält nur wenig wässeriges Blut; blos an der Gränze der Thalami finden sich viele wässerige Blutpunkte. — Beim Erwachsenen ist die Hirnsubstanz weniger perlglänzend, faseriger, fest-zähe, teigig-brüchig, deutlich in graue und weisse Substanz geschieden, sie enthält mehr Blut (auf dem Durchschnitte in Gestalt von wässerigen Blutpunkten), zahlreichere, gleichmässige und höhere Gyri, welche so ziemlich alle in derselben Höhe liegen (einzelne ragen weder hervor, noch sind sie eingesunken), und eine grössere Menge von klarem farblosem Wasser ($^1/_2$ bis 4 Drachmen) in den Ventrikeln. — Beim Greise ist das Gehirn kleiner und leichter (atrophisch), die Gyri sind weniger hervortretend, dünn, niedrig (mager), durch breitere Sulci von einander getrennt, hier und da eingesunken und grubige Vertiefungen bildend. Die Ventrikel sind weiter und enthalten mehr Wasser (bis ℥jj); die in die Kammern frei hereinragenden Theile sind unebener und mit einem dickern, zähen, weniger durchsichtigen Ependyma bekleidet. Die Hirnsubstanz ist sehr zähe, die Marksubstanz elastischer (auf der Schnittfläche eine Concavität bildend), faseriger, blassgrau- oder gelblichweiss, blutarm; die Rindensubstanz dunkler, röthlichgrau. Die Gefässe des Gehirns haben dickere, starrere, stellenweise gelblich gefärbte, verknöcherte und leicht brüchige Wände (deshalb leicht Apoplexie).

II. **Hals.** — *a.* Die **Schilddrüse** ist beim Kinde dicht und fest, nicht elastisch, mit praller Kapsel, auf der Schnittfläche feinkörnig, blau- oder dunkelbraun-roth; beim Einschneiden quillt Blut und eine röthliche klebrige Feuchtigkeit hervor. Beim Erwachsenen ist die Oberfläche der Schilddrüse feindrüsig, die Substanz zähe, von körnigem und feinlappigem Baue, von hellröthlichbrauner Farbe; beim Drucke ergiesst sich weniger flüssiges Blut, als eine ziemlich bedeutende Menge einer röthlichen, klebrigen, eiweissreichen Flüssigkeit. Beim Greise ist die Oberfläche der kleiner gewordenen Drüse höckerig, der Bau deutlicher gelappt, das Parenchym gelbbraun, sehr blutarm, körnig, mit mehr oder weniger zahlreichen, grössern oder kleinern Cysten (Colloidbälgen) durchsetzt. — *b.* Der **Kehlkopf** besteht beim Kinde, wo er eine von vorn nach rückwärts plattgedrückte Gestalt hat, aus sehr dünnen, elastischen Knorpeln, seine elastischen Bänder und die Drüsen sind weniger entwickelt, die Schleimhaut, mit eiterartigem Schleime überzogen, ist blass und glatt. Nach der Pubertät wird der Larynx grösser (besonders im Durchmesser von vorn nach hinten), im Querdurchmesser dagegen relativ kleiner (von den Seiten her schmäler); die Knorpel gewinnen an Festigkeit und Dicke, die elastischen Längenbänder werden deutlich, die Drüsen an der hintern Wand bilden sich mehr aus. Beim Greise verknöchern nicht selten die Knorpel des Kehlkopfs, dessen Höhle (und besonders die *rima respiratoria*) weiter wird; die Schleimhaut ist blutleer, trocken, der Drüsenapparat geschwunden. — *c.* Die **Luftröhre und Bronchi** verhalten sich fast auf gleiche Weise wie der Kehlkopf. Beim Kinde aus dünnen elastischen Knorpeln bestehend und im Querdurchmesser grösser, werden sie im Alter rigider und weit; in der Schleimhaut schwindet der Drüsenapparat, der beim Erwachsenen sehr entwickelt war.

III. **Brust.** Der Thorax ist beim Neugebornen kurz, unten weit, nach vorn gewölbt, mit erhabenen Brüsten, welche ausgebildete Warzen mit Hof und bisweilen eine dünne milchige Feuchtigkeit, die sich ausdrücken

lässt, enthalten. Mit der **Pubertät** bildet sich der Brustkasten verschiedentlich aus und wird entweder lang, breit und gewölbt, oder kurz, schmal und flach, oder lang, breit und flach, oder kurz, breit und flach oder gewölbt. Beim **Greise** zeigt sich der Thorax starrer (wegen der verknöcherten Rippenknorpel) und enger, oft missgestaltet (kyphotisch, scoliotisch, fassförmig), seine Musculatur abgezehrt, die Zwischenrippenräume und Magengrube tiefer eingesunken; die Milchbrüste fehlen oder sind sehr schlaff, mit schwärzlicher Brustwarze und dunklem Hof.

a. Die **Pleura** ist beim **Kinde** sehr dünn, farblos und durchscheinend, enthält wenig Tropfen Serum in ihrer Höhle und ist an den vordern Mittelfellen nicht selten reichlich mit Fett besetzt. Bei **Erwachsenen** ist die Pleura hell, farblos, glänzend und weniger durchsichtig; ihr Wassergehalt unbeträchtlich. Beim **Greise** wird sie undurchsichtig, trübe, leicht verdickt, mit schwärzlichen Pigmentflecken besetzt.

b. Die **Lungen** sind beim **Kinde**, wo sie den grössten Theil des Thoraxraumes ausfüllen und beim Drucke, welcher eine grubige Vertiefung hinterlässt, ungemein leicht die Luft entweichen lassen, hellroth, an den Rändern graulich-weiss, im hintern untern Theile schwach blauroth; ihre Ränder sind scharf und leicht gekerbt; das Parenchym ist zähe, sehr elastisch, trockener und dichter als bei Erwachsenen. Aus den durchschnittenen Bronchien quillt eiteriger Schleim; nur die grossen Gefässe enthalten Blut und dieses ist dunkel und dickflüssig. Beim **Erwachsenen** sehen die Lungen blaugrau, mit eingesprengten schwarzen oder röthlichen Flecken; ihre Bläschen sind deutlicher sichtbar, das Parenchym ist zähe, feucht, bluthaltiger. Beim **Greise** sinken die Lungen beim Eröffnen des Thorax sehr schnell zusammen, fühlen sich weich und wollig (flaumartig, schlappig) an, behalten den Fingereindruck bei, verlieren sehr leicht ihren Luftgehalt und haben ein zähes, blutarmes, trocknes, graues, mit vielen schwarzen Flecken und Streifen durchsetztes Parenchym; ihre Elasticität ist bedeutend verringert, ihre dünnwandigeren Bläschen weiter (Altersemphysem).

c. **Herz.** — Der **Herzbeutel** ist beim **Kinde** sehr dünn und durchsichtig, umschliesst das Herz straffer, als später, ist fettloser (ohne Lower'schen Fettlappen), enthält nur einige Tropfen gelblichen Liquors. Beim **Erwachsenen** liegt das Pericardium lockerer um das Herz, ist dicker und bläulichweiss, enthält gegen ℥j—jj gelblichen Liquors und ist von mehr Fett bedeckt. Beim **Greise** ist der Herzbeutel verdickt, weiss und undurchsichtig (besonders längs der Gefässe), sehr fetthaltig (Lower'scher Fettlappen). — Das **Herz** ist bei **Kindern** fester und von dunklerer Farbe als die übrigen Muskeln, in seiner rechten Hälfte und an den Vorhöfen relativ dickwandiger als später; seine Gestalt ist mehr conisch, das Encardium sehr dünn, doch fest und glashell. Beim **Erwachsenen** nimmt das Herz eine mehr pyramidale Gestalt an, seine linke Hälfte ist bedeutend dickwandiger, das Encardium dicker und stellenweise sehnigglänzend. Beim **Greise** ist das Herz platter, ungleich vierseitig, hat an Grösse und Dicke (besonders in der linken Hälfte) abgenommen, ist welk, sehr fettreich; das Encardium dick, runzlig, undurchsichtig, gelblich, die Klappen starr, verdickt, besonders an den Rändern gewulstet, fast knorpelartig, hier und da eingekerbt. — Der **Anfangstheil der Lungenarterie** ist beim Neugebornen weiter als der der Aorta; beim Erwachsenen sind Pulmonalarterie und Aorta von gleicher Weite; beim Greise ist die **Aorta** constant weiter als die Lungenarterie, erstere in ihrer Wand stellenweise verdickt (durch Auflagerungen) und selbst verknöchert.

IV. **Bauch.** Dieser ist beim **Kinde** im Verhältnisse zur Brust grösser, der Nabel befindet sich etwas unterhalb des Mittelpunktes der Körperlänge.

a. Das **Bauchfell** ist beim **Kinde** dünn, farblos und durchsichtig, enthält nur wenige Tropfen Serum; Netz und Gekröse sind fettlos. Beim **Erwachsenen** ist dasselbe fester, aber noch durchscheinend; beim **Greise** wird es dicker, zäher, weniger durchsichtig, getrübt, in seinen Falten fettreich.

b. Die **Leber** ist beim Kinde verhältnissmässig grösser als beim Erwachsenen, in ihrem linken Lappen im Verhältniss zum rechten stärker entwickelt; ihre Flächen sind vollkommen glatt, die obere ist um ein Bedeutendes convexer als bei Erwachsenen, die untere mehr concav; die Ränder sind scharf, nach abwärts etwas umgebogen; das Parenchym ist dicht, zähe, weniger und undeutlich körnig, sehr dunkelrothbraun (beinahe schwarzroth) und blutreich (das Blut dunkel, dickflüssig). Die Galle ist eiweissartig zähflüssig, meist dunkel saftgrün. Beim Erwachsenen ist die Leber verhältnissmässig kleiner (besonders im linken Lappen) als beim Kinde; ihre glatten Flächen sind platter, die Ränder weniger scharf; das Parenchym ist heller braun (leberbraun), körnig und brüchig; der Blutreichthum hat etwas abgenommen. Die Galle ist flüssig und hellgelb, bisweilen braun- oder roth-gelb. Beim Greise hat die Leber an Umfang abgenommen (rothe Atrophie), ihre Ränder sind dünn und scharf, die Oberfläche runzelig und faltig, die Kapsel verdickt und getrübt; das Parenchym meist fester, zäher, trockener, gelbbraun oder grüngelb (fetthaltig); die Lappung und Körnung ist deutlich, das Blut dann dicklich. Oder das Parenchym ist teigig, fettig, weich, von schmutzig röthlichem Blutwasser feucht, mit dünnflüssigem Blute in den Gefässen. Oder es ist dunkel, beinahe schwarzroth, mit blutigem Wasser durchfeuchtet und dickes Blut enthaltend. Die Galle ist dunkel, syrupähnlich.

c. Die **Milz** ist beim Kinde verhältnissmässig klein, von dunkelcarmoisinrother Farbe, bisweilen am Rande ein- oder einigemal eingeschnitten; ihr Parenchym ist von derselben Dichtigkeit und Consistenz wie die Leber, auf dem Bruche körnig, nicht sehr bluthaltig. Beim Erwachsenen hängt ihre Grösse und Farbe vom Blutgehalte und der allgemeinen Blutmenge ab; das Balkengewebe und die Milzpulpa, sowie die Malpighischen Körperchen treten mehr oder weniger deutlich vor. Beim Greise wird die Milz klein, die Oberfläche gerunzelt und die Kapsel getrübt, das Parenchym hell, röthlichbraun, die Pulpa breiigweich, das Stroma leicht zerreisslich.

d. Das **Pancreas** ist beim Kinde weniger entwickelt und gekörnt als beim Erwachsenen, dagegen sind die **Gekrösdrüsen** in den Kinderjahren verhältnissmässig grösser, fester, grauröthlich. Beim Greise wird das Pancreas schlaffer, dünner, fettig oder hart und geschrumpft.

e. Im **Darmkanale** ist beim Kinde die Schleimhaut durchsichtig und dünn, ziemlich glatt und weiss, der Drüsen-, Zotten-, und Falten-Apparat nur wenig entwickelt. Die Muskelhaut ist schwach, die ganze Darmwand, bis auf das untere Ende des Dickdarms, sehr durchscheinend. Beim Erwachsenen ist der Zotten- und Drüsenapparat bedeutend entwickelt, die Schleim- und Muskelhaut stärker und dunkler gefärbt. Beim Greise ist die Schleimhaut dicker, fester, unebener, grau gefärbt, mit zähem Schleime überzogen; die Muskelhaut schlaffer und weniger contractil; der Zotten- und Drüsenapparat atropisch. Die Gekrösdrüsen sind geschrumpft und dichter, die Lymphgefässe enger.

f. **Harn- und Geschlechtsorgane.** — Beim Kinde sind die Nieren seicht gelappt, ihr Parenchym mit der Kapsel fester verbunden, dicht, dunkelgrau- oder rothbraun, weniger deutlich in Cortical- und Tubularsubstanz geschieden. In den Pyramiden findet sich nicht selten röthlichgelber Harngries (in Form von Streifen), der aus Harnsäure und Harnpigment besteht und besonders in der Gegend der Papille angehäuft ist. Diese Harnconcretionen werden von Einigen für physiologische (wie bei den Vögeln und Schlangen), von Andern für pathologische gehalten. Die Harnblase ist meist sehr zusammengezogen und leer, ihre Schleimhaut blass und gefaltet, hier und da mit kleinen Gefässinjectionen. Der Uterus ist schlauchförmig, schwillt nur oben an der Einmündung der Trompeten ein wenig in der Breite und Dicke an, und hat ein spaltförmiges, von zähem, glasartigem Schleime erfülltes Cavum; sein Körper ist dünn-, der Hals dickwandig, die Scheidenportion lang und cylindrisch, der Muttermund quer und klaffend; in der

Scheide viel trüber, dicker, epithelreicher Schleim. Die Eierstöcke sind lang, platt, glatt und sehr fest. Die Scheidenhaut des Hodens enthält einige Tropfen gelbes, helles, eiweissreiches Serum, und steht bisweilen durch den noch nicht geschlossenen Scheidenkanal mit der Bauchfellhöhle in Communication. — Beim Greise sind die Nieren kleiner, von vielem Fette und fester Kapsel umgeben; ihre Oberfläche oft feinkörnig und höckerig; das Parenchym fest, zähe; die Rindensubstanz blutarm, blassrothbraun oder grauroth, fetthaltig, bisweilen schwielig, ohne sichtbare Malphigische Körper, manchmal kleine Cysten oder Colloidbläschen enthaltend. Die Tubularsubstanz an Farbe wenig von der Rinde unterschieden, an Masse verringert, blutarm, fester; die Nierenkelche weiter und von vielem Fette umgeben. Die Harnblase schrumpft entweder ein oder die Erschlaffung ihrer Muskelhaut bedingt Erweiterung derselben. Die Harnröhre ist weit. Die Nebennieren eingeschrumpft, härtlich und etwas dicke gelbröthliche Flüssigkeit enthaltend. Die Hoden sind geschwunden, schlaff oder härter; die Samenbläschen und Samenleiter enger, erstere mit leimähnlicher Masse erfüllt; die Prostata oft grösser, härter, lappiger, mit erweiterten Gängen (und Prostatasteinen); die Muskeln am Damme bisweilen fettig entartet, mit vielen Varicositäten. Die Ovarien sehr geschrumpft, fest und höckerig; der Uterus, welcher seine Knickung nach vorn verliert, ist gestreckt oder leicht nach rückwärts gebogen, kürzer, trockner und fester, oder marcid, in seinem Cavum weiter. Letzteres ist mit glatter, fast seröser, blaugrauer Schleimhaut ausgekleidet und oft mit bräunlichem, gummiartigem oder grauem Schleime gefüllt. Der Hals ist kleiner, die Vaginalportion dünner und kürzer, die Schleimhaut im *canalis cervicis* mit vergrösserten Follikeln *(ovula Nabothi)* besetzt. Oft finden sich in der Uterussubstanz Fibroide und kleine Apoplexieen; bei Weibern, welche oft geboren haben, dickhäutige, weite, blutleere Venen. Die Scheide ist kürzer und nach oben trichterförmig zulaufend, wenn die Vaginalportion des Uterus geschwunden ist. — Die Venenplexus im Becken, um die innern Genitalien und das Rectum sind erweitert, varikös, bisweilen mit Venensteinen.

[NB. Die Altersveränderungen in den Geweben s. später in der Gewebelehre.]

Sterben; Tod; Leiche.

Dem Menschen ist, wie allen übrigen organischen Wesen, eine bestimmte Zeit für seine Dauer (während welcher fortwährend ein Wechsel seiner Materie, der Stoffwechsel, statt hat) zugemessen, die unmöglich überschritten, wohl aber durch in und ausser ihm liegende Ursachen abgekürzt werden kann. Der Act des Aufhörens seines leiblichen Daseins (d. h. das Aufhören des Stoffwechsels) ist das Sterben, das vollbrachte Aufhören (das Aufgehörthaben des Stoffwechsels) ist der Tod. Der Tod macht nur scheinbar ein einziges Moment aus, denn nur allmälig, doch bald schneller, bald langsamer, verlieren die einzelnen Theile des Körpers ihre Thätigkeit. Gewöhnlich fällt beim Sterben eine der Hauptlebensthätigkeiten etwas früher als die andere weg, nämlich entweder die des Herzens (d. i. der Tod durch Ohnmacht, *per syncopen*), oder die der Lungen (Tod durch Erstickung, *per asphyxiam s. suffocationem*), oder die des Gehirns (Tod durch Schlagfluss, *per apoplexiam*), und deshalb pflegt man auch die genannten Organe Ausgangspunkte des Todes *(atria mortis)* zu nennen. Eigentlich geht der Tod aber wohl immer nur vom Centrum der Circulations- und Respirationsthätigkeit, vom verlängertem Marke aus, und die Störung der Functionen anderer Organe

wird nur dadurch todbringend, dass sie direct oder indirect die Thätigkeit des genannten Nervencentrums vernichtet. Das Sterben tritt übrigens nach den dasselbe begleitenden Erscheinungen, welche sich nach den zuerst ausser Thätigkeit gesetzten Organen, sowie nach der Art des Eintritts und der Zunahme der Lähmung der Organe richten, sehr verschieden auf. Bisweilen entwickeln sich nämlich diese Erscheinungen so unmerklich, dass die Zeit ihres Beginnens und ihre Steigerung bis zum Lebensende nicht mit Bestimmtheit ermittelt werden kann (d. i. einfacher Erschöpfungstod). Ein anderes Mal sind die Sterbeerscheinungen deutlich begränzt und deutlich fortschreitend (d. i. Sterben unter Todeskampf). Nach der Dauer der Sterbeerscheinungen gibt es einen schnellen und langsamen Tod; fehlen diese Erscheinungen ganz, so ist der Tod ein plötzlicher; erfolgt der Tod ohne vorausgegangene wahrnehmbare Krankheitssymptome, so wird er ein unvermutheter genannt.

Lebensdauer. Wie jede Gattung und jede Art von Organismen eine gewisse Lebensdauer hat, so ist dies auch beim Menschen der Fall. Bei ihm hängt dieselbe theils von den Verhältnssien der Gattung, theils von individuellen Zuständen und verschiedenen äussern Umständen ab. Im Allgemeinen dauert das Leben des Menschen etwa 70 bis 80 Jahre; selten erreicht der Mensch ein höheres Alter, häufig dagegen stirbt er vor dieser Zeit; überhaupt erreichen nur die wenigsten Menschen ein hohes Greisenalter. Von 100 Kindern, die erzeugt worden sind, sterben wenigstens 3 vor der Geburt und kaum 10 erreichen das 70. Lebensjahr. Unter denjenigen Umständen, welche auf die Sterblichkeit des Menschen den grössten Einfluss haben, stehen oben an: das Alter, Geschlecht, Klima, die Oertlichkeit, der Beruf.

Wenn von der Lebensdauer die Rede ist, so bezieht sich dies auf die Lebendgebornen. Allein es zeigen sich schon bemerkenswerthe, zum Theil constante Verhältnisse zwischen den Lebend- und Todtgebornen, wenn auch das Zahlenverhältniss in verschiedenen Städten und Ländern bedeutend schwankt. Im Allgemeinen soll im Durchschnitt auf etwa 22 Geborene ein todtgebornes Kind kommen, das Verhältniss der Todtgebornen in den Städten aber grösser sein (vielleicht in Folge des Schnürens?), als auf dem Lande; vorzugsweise betrifft die Sterblichkeit die Knaben, sowie uneheliche und künstlich zur Welt gebrachte Kinder. Der Winter (besonders der Februar und März) scheinen durch die Mehrzahl der Todtgebornen sich auszuzeichnen.

Das **Alter** hat unter allen Ursachen, welche auf die Sterblichkeit des Menschen modificirend wirken, den grössten Einfluss. Bald nach der Geburt ist die Sterblichkeit am grössten, denn im 1sten Monate stirbt fast der 10. Theil der Gebornen (besonders viel Knaben) wieder, oder so viel, als von den Ueberlebenden zwischen dem 7. und 24. Jahre, oder zwischen dem 24. und 40. Jahre sterben. Die absolute Sterblichkeit (d. h. die Menge der Todesfälle in jedem einzelnen Lebensjahre von einer Generation, die in einem und demselben Jahre geboren ist) erreicht im 1. Lebensjahre ihr Maximum; bis zum 5. Jahre bleibt die Sterblichkeit noch ziemlich bedeutend, doch erfolgt hierauf ihre Abnahme sehr rasch; von dieser Zeit (vom 5. Jahre) bis zur Pubertät verhält sie sich sehr günstig, nach derselben nimmt die Mortalität wieder zu, besonders bei den Frauen. Nach den ersten 25 Jahren ist die Zahl der zu gleicher Zeit Geborenen auf die Hälfte

zusammengeschmolzen. Beim männlichen Geschlechte erreicht die Mortalität um das 24. Jahr wieder ein Maximum, nimmt hierauf ganz allmälig ab und erlangt ein neues Minimum um das Alter von 30 Jahren, was bei Frauen nicht der Fall ist, da bei diesen nach dem 30. Jahre die Todesfälle bis zum 45. Jahre fortwährend zunehmen (wahrscheinlich in Folge des Gebärens). In dem Alter vom 60. Jahre an nimmt die Lebensfähigkeit sehr bedeutend und sehr rasch an Energie ab. Die relative Sterblichkeit (d. i. das Verhältniss, in welchem von einer in einem gewissen Lebensalter stehenden Generation ein aliquoter Theil abstirbt) hat ihr Maximum im höchsten Alter, von diesem rückwärts vermindert sie sich immer mehr; ein zweites Maximum zeigt sie bald nach der Geburt, von da nimmt sie bis zum 14. Jahre, auf welches ihr Minimum fällt, immer mehr ab. — Aus den über die Sterblichkeit in den verschiedenen Lebensaltern geführten Tabellen geht übrigens hervor, dass weder die Perioden der Entwickelungen und Rückbildungen (das Zahnen, die Pubertät, das Aufhören der Menstruation), noch die sonst berüchtigten sogenannten Stufenjahre (das 49. und 63. Jahr) durch grössere Mortalität ausgezeichnet sind.

Der Einfluss des **Geschlechtes** ist bei den Mortalitätsverhältnissen des Menschen nicht ohne Bedeutung; er macht sich selbst schon vor der Geburt bemerklich, insofern von den todtgebornen Kindern eine grössere Anzahl männlichen als weiblichen Geschlechts sind (etwa wie 3 zu 2). Ebenso sterben im Säuglingsalter und 1. Lebensjahre mehr Knaben als Mädchen. Die Sterblichkeit der Knaben zu der der Mädchen verhält sich in den 2 ersten Monaten etwa wie 4 : 3, während des 3. bis 5. Monats wie 5 : 4. Gegen das Alter von 2 Jahren wird die Sterblichkeit beider Geschlechter fast dieselbe; die des weiblichen Geschlechts nimmt hierauf zu und tritt besonders zwischen dem 14. und 18. Jahre (während der Pubertätsentwickelung) deutlich hervor. Zwischen dem 21. und 26. Jahre ist sodann die Sterblichkeit beim männlichen Geschlechte wieder grösser, während in der übrigen Zeit der Fortpflanzungsfähigkeit die Sterblichkeit der Frauen überwiegend ist. Weiterhin ist die Mortalität in beiden Geschlechtern so ziemlich gleich, und so kommt es, dass mehr Frauen als Männer in die höhern Lebensjahre eintreten. Auffallend ist es daher, dass gleichwohl jene Fälle, wo ein ungewöhnlich hohes Alter erreicht wurde (das 146., 152., 160. und 169. Jahr) immer nur Männer betreffen.

Klima und **Oertlichkeit** haben ohne Zweifel ebenfalls Einfluss auf die Sterblichkeit, doch ist derselbe noch nicht ganz festgestellt. Man kann aber mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Sterblichkeit in den gemässigten Klimaten geringer ist als im Norden und Süden, und dass sie in den Städten grösser ist, als auf dem platten Lande. *Quetelet* glaubt sich in Betreff Europas zu der Annahme berechtigt, dass die Verhältnisse der Lebensdauer für das nördlichere und mittlere Europa günstiger seien. Es ist übrigens bemerkenswerth, dass mit einer grossen Sterblichkeit in einer Gegend fast immer eine grosse Fruchtbarkeit der Menschen verbunden ist, so dass sich beide gegenseitig zu bedingen scheinen oder in einem nahen Zusammenhange stehen. Sehr bedeutend ist der Einfluss der Sümpfe und stehenden Wässer auf die Zunahme der Mortalität.

Ueber den Einfluss der **Berufsgeschäfte**, des **Wohlstandes** und der **Armuth** auf die Sterblichkeit weisen die statistischen Nachforschungen im Allgemeinen Folgendes nach: die Mortalität ist in Fabrikländern beträchtlicher, als bei Völkern, die vom Ackerbau leben; die Lebensdauer der Armen ist auffallend geringer, als die der Reichen; von sehr ungünstigem Einflusse sind solche Geschäfte, bei denen durch mineralische, vegetabilische oder animalische Dünste die Atmosphäre verunreinigt wird, oder bei denen fortwährend eine sitzende Lebensart geführt werden muss. Einzelne Stände sind hinsichtlich der Lebensdauer besonders bevorzugt, wie die Geistlichen, Beamten, Kaufleute, andere dagegen im grossen Nachtheil, wie die Aerzte und Lehrer, von denen die meisten höchstens nur bis in die 50er Jahre

leben. Theuerungen, Krieg und andere Plagen üben stets eine nachtheilige Wirkung auf die Lebensdauer aus.

Die **Civilisation** und **Sittlichkeit** üben auch Einfluss auf die Sterblichkeit aus. Durch die Zunahme der Civilisation und des Wohlstandes wird die Mortalität sehr vermindert; bei einem fleissigen und mässigen Volke ist dieselbe viel geringer, als bei einem trägen und dummen; heftige Leidenschaften, besonders aber der Missbrauch geistiger Getränke, haben unverkennbar einen grossen Einfluss auf die Verkürzung der Lebensdauer. Im ehelichen Leben soll (besonders bei Männern) die Lebensdauer länger sein, als im unehelichen.

Die **Jahreszeiten** haben auf die Sterblichkeit einen eben so merklichen Einfluss wie auf die Geburten. Das Maximum der Sterbefälle tritt ziemlich regelmässig zu Ende des Winters und das Minimum gegen die Mitte des Sommers ein. Im Allgemeinen entspricht die höchste Mortalität der niedrigsten Temperatur und umgekehrt, in der Art aber, dass auf das Minimum der Wärme im Januar die grösste Sterblichkeit im Februar, und auf das Maximum der Wärme im Juli die geringste Sterblichkeit im August folgt. In keinem Lebensalter ist übrigens der Einfluss der Jahreszeiten auf die Sterblichkeit fühlbarer als im Greisenalter, und in keinem Alter weniger fühlbar als in dem zwischen 20 und 25 Jahren. — Die **Tageszeiten** scheinen auf die Sterblichkeit in der Art von Einfluss zu sein, dass unmittelbar nach Sonnenaufgang das Maximum der Todesfälle, das Minimum aber bald nach Sonnenuntergang folgt.

Todesursachen. Stets lässt sich die Ursache des Todes zurückführen: auf Mangel an Lebensreizen, wie Luft, Nahrung, Wärme; oder auf Alteration der organischen Materie, so dass der Körper zur Aufnahme und Verarbeitung der Lebensreize unfähig wird. Es muss sonach der Tod zu Stande kommen: 1) bei Aufhebung der Function lebenswichtiger Organe, besonders der Gefäss- und Nervencentra; 2) bei Erschöpfung der Kräfte und der organischen Materie, besonders durch grosse und anhaltende Verluste oder durch ungenügende Bildung von Blut oder Blutbestandtheilen, sowie durch bedeutende oder langdauernde Steigerung oder Verminderung der Nerven- und Gefässthätigkeit; 3) bei Untauglichkeit des Blutes zur Unterhaltung lebensnöthiger Processe, vorzüglich der (centralen) Nerventhätigkeit und der Stoffmetamorphose. Nach der Ursache pflegt man zu unterscheiden:

a. den **nothwendigen** (natürlichen) Tod, welcher sein kann:
- α) angeboren, durch Mangel an Lebensfähigkeit (durch Unreife, Missbildungen, fötale Krankheiten); oder
- β) angelebt, das naturgemässe Ende der individuellen Existenz, der physiologische Tod; und

b. den **zufälligen** (abnormen, frühzeitigen, unnatürlichen) Tod, und zwar:
- α) durch Krankheit (pathologischer Tod, durch directe oder indirecte Vernichtungen eines der zum Leben nöthigen Organe); und
- β) gewaltsam, plötzlich, durch äussere mechanische oder chemische Einflüsse veranlasst.

Sterbeerscheinungen (Agonie). Wenn der Tod nicht plötzlich erfolgt, so gehen demselben kürzere oder längere Zeit andauernde Erscheinungen vorher, welche das baldige Ende mit Sicherheit oder doch mit grosser Wahrscheinlichkeit voraussagen lassen. Diese den Todeskampf (Agonie) bil-

denden Sterbeerscheinungen, welche oft äusserst qualvoll und peinlich (für die Sterbenden und Umstehenden) sind, bestehen aus den Zeichen der beginnenden und vorschreitenden Lähmung des Nerven- und Muskelsystems, und sind häufig noch mit den eigenthümlichen Symptomen der bestehenden Krankheit vermischt. Nicht selten ist aber die Agonie eine sehr milde und der Tod erfolgt ruhig und sanft, sei es, dass das Bewusstsein schon vorher erloschen ist, oder dass wenigstens auch bei noch bestehendem Bewusstsein keine quälenden Empfindungen vorhanden sind. — Die gewöhnlichsten Sterbeerscheinungen sind folgende: Verlust des allgemeinen Tonus, die Gesichtszüge verändern sich, es bildet sich die *facies hippocratica* aus, die Augen sinken ein, der Blick wird leblos und starr, die Augen stehen halb offen, die Cornea ist flach und matt, die Nase kühl, spitz, wie verlängert, die Nasenflügel zusammengefallen, die Wangen- und Mundgegend schlaff, das Kinn spitzer, der Unterkiefer herabgesunken und der Mund halb geöffnet, die Lippen trocken, die Stirn mit kaltem, klebrigem Schweisse bedeckt. Die Sinne erlöschen allmälig, oft bei noch vorhandenem Bewusstsein; alle Bewegungen werden kraftlos, hin und wieder zeigt sich eine leichte Zuckung, Sehnenhüpfen (bisweilen auch heftigere convulsivische Bewegung, besonders beim asphyctischen Tode); der Körper senkt sich nach der Schwere im Bette; die Sprache ist unverständlich, lallend, murmelnd; Schlund und Oesophagus sind gelähmt, das Getränk fällt mit Geräusch in den Magen, feste Stoffe bleiben im Munde und Pharynx stecken; die Respiration ist oberflächlich und schwach, wird immer seltner und setzt aus; die Luftwege füllen sich mit schaumigem Schleim (Bronchialschaum) welcher das Röcheln (Sterberasseln) durch sein Hin- und Herbewegen bildet; die Herzcontractionen werden immer schwächer, kaum oder nicht fühlbar, anfangs sehr beschleunigt, später aussetzend; der Arterienpuls ist leer, aussetzend, fadenförmig; der Afterschliesser ist gelähmt und es erfolgt demnach aus dem offenstehenden After zuweilen unwillkührlicher Stuhl. Die Kälte fühlt man zuerst an den entferntern Körpertheilen, an den Füssen, Händen, Nasenspitze und Ohren, allmälig steigt sie auch gegen den Rumpf. Häufig bilden sich während der Agonie, besonders wenn dieselbe mit stärkern convulsivischen Bewegungen einherging: Darmeinschiebungen (reactionslose Invaginationen oder Intussusceptionen), besonders im Dünndarme und bei Kindern, die sich aber (in der Leiche) sehr leicht ausziehen lassen und dann keine reactive Entzündung u. s. w. zeigen; ferner Einschnürungen und Verengerungen, besonders des Magens und Dünndarms, welche sich aber (in der Leiche) durch Aufblasen leicht heben lassen und ohne alle andere locale Affection bestehen; auch leichte Achsendrehungen und Lageveränderungen des Darmes; Entleerung offener Höhlen von ihrem normalen Contentum oder Anfüllung derselben mit fremden Materien (z. B. viel gallige Masse im Magen und in der Speiseröhre, Speisereste in der Luftröhre); Zerreissungen von Muskelfasern; Gerinnungen des Faserstoffs im Herzen (besonders im rechten) und in den grössern Gefässen (vorzüglich in der Pulmonalarterie); Aufblähung (Emphysem) der obern Lungentheile, Senkung des Blutes in den hintern untern Theil der Lungen und Austritt von Serum daselbst (Hypostase und Oedem).

Plötzlicher Tod, ohne vorausgegangene Agonie und oft auch ohne vorherige Krankheitszustände, gewöhnlich Schlagfluss, schlagartiger (apoplectischer) Tod genannt, erfolgt entweder wirklich in Einem Momente, ohne alle Begleitungssymptome, oder der Sterbende stösst noch einen Schrei aus, macht einige convulsivische Bewegungen, und athmet einige Male mit grosser Hast; oder er fühlt seine Sinne vergehen, und dabei grosse Angst und Beklemmung; oder es geht zuweilen auch einige Minuten lang Ohnmacht und Sopor dem wirklichen Tode voran. — Am häufigsten tritt plötzlicher Tod beim Greise und Säugling (besonders wenn derselbe zu Convulsionen und Asthmaanfällen geneigt ist), häufiger beim männlichen als weiblichen Geschlechte (bei diesem am leichtesten noch im Wochenbette), vorzugsweise wohl im Frühjahr und Herbst, auf. Vorzüglich disponiren folgende Krankheiten dazu: Trunksucht, Herz- und Gefässkrankheiten, Gehirnübel, vorgeschrittene Lungenschwindsucht, Reconvalescenz von schweren Krankheiten. Die tödende Ursache ist dann gewöhnlich: rasch geschehende Infiltrationen der Lungen oder des Hirns mit Serum (Oedem), Zerreissung von Gefässen (Apoplexie des Hirns), vom Herzen, von Eingeweiden; Verstopfung der Luftwege oder der Blutkanäle im Herzen oder in seiner Nähe; jedenfalls geben Kreislaufsstörungen die häufigste Veranlassung. Zuweilen liegt der Grund des plötzlichen Todes auch in einer rasch

entstehenden Blutveränderung (bei hohem Grade von Anämie, Vergiftung des Blutes), oder in einer zu bedeutenden Exaltation der Nervencentra. In manchen Fällen lässt sich auch nicht die geringste Veranlassung für den Schlagfluss auffinden. Häufig tritt der plötzliche Tod bei oder bald nach dem Essen ein.

Ohne Zweifel fällt der wirkliche Tod nicht immer mit dem scheinbaren Erlöschen des Lebens, d. h. mit dem Aufhören aller Lebenserscheinungen, zusammen. Bisweilen scheinen letztere eine geraume Zeit früher aufzuhören; ja es sind Fälle vorgekommen, wo ein todähnlicher Zustand (Scheintod) wochenlang angedauert hat. Am häufigsten findet sich der Scheintod bei Neugebornen, Säuglingen, Weibern (hysterischen) und Greisen, besonders bei Krankheiten, die mit schweren Symptomen vom Nervensystem (Ohnmachten, Convulsionen, Delirien, heftigen Schmerzen) verlaufen sind und bei denen die anatomischen Störungen mit diesen in keinem Vergleiche stehen. Besonders lässt sich dann Scheintod (Asphyxie) befürchten, wenn eine rasch wirkende Todesursache den Körper in seiner vollen Kraft traf und die Function der zum Leben unentbehrlichen Organe nur momentan mechanisch oder doch ohne Vernichtung der mechanischen Structur aufhob, hauptsächlich also bei gewissen plötzlichen und gewaltsamen Todesarten, wie nach dem Ersticken, Ertrinken, Erhängen, Erfrieren u. s. w. Das Aussehen des Scheintodten ist ganz ähnlich dem eines Todten: die Haut ist bleich und kalt, das Gesicht ohne Turgor, das Auge starr, jede spontane oder reflectirte Bewegung, jede Aeusserung von Empfindung und Bewusstsein fehlt, kein oder äusserst seltenes und unmerkliches Athmen, keine (oder vielmehr höchst seltene) Herzcontraction. In einzelnen Fällen soll bei diesem todähnlichen Zustande das Bewusstsein und die Sinnesthätigkeit, namentlich das Gehör, sich erhalten haben. Ganz aufzugeben ist die Hoffnung auf die Wiederkehr des Lebens bei einem Verstorbenen, wenn nämlich nicht evidente Zerstörung der wichtigsten Lebensherde vorhanden ist, erst dann, wenn die deutlichen Zeichen des absoluten Todes, vorzugsweise die Todtenstarre und Fäulniss, eingetreten sind. — Zur Unterscheidung des Scheintodes vom wirklichen Tode hat man folgende, mehr oder weniger sichere Criterien angegeben: die Erschlaffung, das Eingesunkensein und die Runzelung der Cornea finden sich höchst selten beim blossen Scheintode; zieht man die Augenlider herab, so kehren sie beim Scheintodten mehr oder weniger an ihre Stelle zurück, während sie beim Todten in der Stellung bleiben, in die man sie gebracht; ebenso soll sich der Unterkiefer verhalten; Hautreize (siedendes Wasser) röthen beim Todten die Haut nicht mehr, erzeugen keine Brandblasen und keine Ausschwitzung, die von der Epidermis entblösste Cutis trocknet bald ein; die Hand des Scheintodten ist gegen das Licht gehalten durchsichtiger, als die des Todten; die Wärme der innern Theile sinkt beim Todten immerfort (was man durch Einbringen eines Thermometers oder des *Nasse*'schen Thanatometers in den Schlund ermitteln kann). Das wichtichste Zeichen zur Ermittelung des Todes ergibt sich aus der stethoscopischen Untersuchung des Herzens; hat man nämlich 10 bis 15 Minuten lang keine Herztöne vernehmen können, dann ist der Tod sicher eingetreten. — Zur Wiederbelebung eines Scheintodten wendet man vorzüglich solche Mittel an, welche mittels Reflexes durch Vermittelung zuleitender (sensitiver und sensorieller) Nerven die Athem- und Herzbewegungen hervorrufen sollen, wie: Brennen, Besprengen mit kaltem Wasser, Frottiren, starke Riechmittel, Kitzeln der Nase und Haut, überhaupt starke Einwirkungen auf die Haut- und Sinnesnerven; ferner Aderlass, Lufteinblasen in die Lungen; Elektricität ist als ein die letzte Reizbarkeit erschöpfendes Mittel nicht anzuwenden.

Leichenerscheinungen. Nach dem absoluten Tode (d. h. nach dem totalen und unwiderruflichen Erlöschen der Reizbarkeit) — dessen Eintritt wohl nie genau anzugeben ist, eben so wenig wie die wesentliche Veränderung, auf welcher er beruht — zeigen sich früher oder später im Leichname, in dessen festen und flüssigen Theilen,

Veränderungen, welche nach rein physikalischen und chemischen Gesetzen geschehen. Die hauptsächlichsten und hervortretendsten Erscheinungen sind die der Fäulniss; doch beobachtet man zwischen dieser letztern und dem Tode (d. i. der Leichenzustand im engern Sinne) auch noch Erscheinungen, welche als erste Leichenerscheinungen nicht ohne Werth sind. Auf sie üben folgende Momente grossen Einfluss aus: 1) der Zustand des Verstorbenen vor dem Tode (Alter, Krankheit, Agonie, Todesart, ganz besonders aber die Beschaffenheit des Blutes vor dem Tode); 2) das die Leiche umgebende Medium (Luft, Wasser, Erde, Wärme oder Kälte, Bett, Kleidung u. s. w.); 3) die Zeit, welche seit dem Tode verstrichen ist.

a. **Aeussere Leichenerscheinungen.** Bald nach dem Tode, bei noch warmer Leiche, tritt zuerst der eigenthümliche Leichengeruch mit der Leichenblässe auf, und das Blut senkt sich allmälig in den Gefässen nach den abhängigsten Stellen, die Todtenflecke bildend. Mit dem Eintritte der Todtenkälte verschwindet dann jener Geruch und die vorher erschlafften Muskeln werden steif, treten in die Todtenstarre. In Folge des aufgehobenen Lebensturgors, wegen des Leichencollapsus, plattet sich die Leiche da, wo sie aufliegt, ab, das Gesicht, besonders die Augen, fallen ein, Nägel und Haare erscheinen oft etwas länger, als vor dem Tode.

1) **Die Leichenblässe.** Sie entsteht theils dadurch, dass sich nach dem Aufhören der Herzcontractionen die Arterien und Haargefässe vermöge ihrer Elasticität und ihrer noch eine kurze Zeit andauernden Contractilität zusammenziehen und das Blut austreiben, theils auch durch das Senken des Blutes nach den innern und abhängigsten Theilen. — Die Blässe zeigt übrigens nach den verschiedenen vorausgegangenen Krankheiten verschiedene Nüancirungen von Weiss, Gelb, Erdfahl, Braun und Blau.

2) **Todtenkälte.** Das vollständige Erkalten der Leiche (mit dem Verschwinden des specifischen Geruches) erfolgt viel langsamer als man gewöhnlich glaubt; das Gleichgewicht mit der Temperatur der Umgebung kommt meist erst nach 15 bis 20 und mehr Stunden zu Stande. Aeusserlich fühlt man oft schon nach 3 bis 4 Stunden und früher die eintretende Kälte; die Gegend zunächst über und unter dem Zwerchfelle erkaltet zuletzt. Die Wärme der innern Theile (welche auf das schnellere Erscheinen der Fäulnisssymptome, sowie auf die cadaverische Imbibition und Transsudation grossen Einfluss ausübt) wird deshalb, weil die thierischen Gewebe schlechte Wärmeleiter sind, länger zurückgehalten, doch sinkt sie immer fort (worauf *Nasse's* Thanatometer beruht). Auf das schnellere oder langsamere Erkalten hat natürlich die Temperatur des umgebenden Mediums sehr viel Einfluss; doch hängt dies auch mit vom Zustande des Verstorbenen ab.

NB. Die Kälte tritt früher ein: bei alten Leuten, Kindern, Abgemagerten, Blutarmen, nach chronischen Krankheiten. — Sie tritt später ein: bei plötzlich Verstorbenen, blutreichen, robusten und fetten Personen, nach acuten Krankheiten. Hier ist auch der Leichengeruch stärker und widerlicher.

3) **Todtenstarre**, *rigor mortis*, besteht im Fest- und Steifwerden, sowie in Verkürzung und Dickerwerden, hauptsächlich der willkürlichen Muskeln (vielleicht aller contractilen Fasern?), besonders der Flexoren und Adductoren, wodurch der Unterkiefer, welcher erst herunterhing, fest angezogen, der Vorderarm und das Knie mässig gebeugt, und der Daumen etwas eingezogen wird. Die Starre bezeichnet ganz sicher das Ende der Irritabilität des Muskels, ist von äussern Einflüssen so ziemlich unabhängig (nur Kälte beschleunigt ihren Eintritt etwas, Fäulniss kürzt sie ab), tritt auch nach Durchschneidung der motorischen Nerven, und zwar von oben nach unten

in folgender Ordnung ein: zuerst in den Muskeln der Kinnlade, des Halses, Rumpfes und dann der Arme und Beine. In derselben Folge verschwindet sie auch wieder und zwar nachdem sie um so länger angedauert hatte, je später sie eintrat. In der Regel stellt sich diese Starre binnen 12 Stunden nach dem Tode ein und hält 36 bis 48 Stunden an; sie bleibt nie ganz aus. Auch das Herz scheint davon befallen zu werden und dadurch eine concentrische Hypertrophie zu simuliren. — Die **Ursache** der Todtenstarre ist immer noch unbekannt. Man sah sie als letzten Reflex der Wechselwirkung zwischen den Nerven und Muskeln, als letzte Wirkung des erlöschenden Lebens an; oder als Folge der Gerinnung des Blutes und des Plasma's in den Muskeln; oder als durch Coagulation des Muskelfaserstoffs erzeugt; oder als von der Aenderung (Steigerung) der Elasticität in den todten Muskelfasern hervorgerufen, wodurch diese steifer, unbeugsamer und unausdehnbarer werden. — (Ausführlicheres s. später in der Muskellehre.)

NB. Die Starre ist stärker und länger andauernd: bei plötzlichem Tode, kräftigen Personen, acuten, besonders entzündlichen Krankheiten, schon vor dem Tode krampfhaft contrahirten Muskeln. — Sie ist schwächer und schneller vorübergehend: bei schwachen, erschöpften Individuen, langsamem Tode, chronischen und venösen Blutkrankheiten, Neugebornen, Gelähmten. — Sie ist fast unmerklich: bei Hydropsie, bedeutender Blutzersetzung, grossem Collapsus und Hektik.

Scheintod-Starre, *rigor syncopticus*, tritt plötzlich und stärker auf, entsteht und verschwindet ohne Ordnung, erzeugt die verschiedenartigsten Contracturen und kehrt wieder, wenn der contrahirte Muskel ausgedehnt wurde (was nie bei der Todtenstarre der Fall ist). — Froststarre, *rigor glacialis*, besteht in Erstarrung aller, auch der weichsten und flüssigsten Theile; beim Bewegen eines Theiles entsteht durch das Zerbrechen der Eisstückchen ein knisterndes Geräusch.

4) **Todtenflecke**, *livores s. maculae emortuales;* blauröthliche oder violette, unregelmässige, mehr oder weniger scharf begränzte Flecke von verschiedener Intensität und Ausbreitung, welche sich besonders an den abhängigsten Stellen des Körpers finden, bereits 6 bis 12 Stunden nach dem Tode sehr entwickelt sind, aber noch bis zum Eintritte der Fäulniss zunehmen. — Auf ihre Beschaffenheit und ihr Entstehen übt grossen Einfluss: der Flüssigkeitsgrad, die Gerinnungsfähigkeit, die Menge und Farbe des Blutes, sowie die Beschaffenheit (Elasticität) der Gefässe und der Haut. — Ihre Entstehung ist abzuleiten: von Senkung und Anhäufung des Blutes in den venösen Gefässchen, und auch von der Transsudation des im Serum aufgelösten Blutfarbstoffs.

α) **Hypostatische Livores** entstehen durch Senkung des Blutes, seiner Schwere nach, in die venösen Aestchen der abhängigsten Körpertheile. Sie sind an den tiefsten Stellen am saturirtesten und werden nach oben zu allmälig bleicher. Ihre Beschaffenheit wirft einiges Licht auf den Zustand des Blutes und dadurch auf die vorangegangene Krankheit.

NB. Die Todtenflecke sind ausgebreitet, dunkel blauroth oder violett, und zeitig eintretend: bei grosser Menge, dunkler Farbe und geringer Coagulationsfähigkeit des Blutes, bei venöser Blutbeschaffenheit, besonders Typhus und Exanthemen, Herzkrankheiten, suffocatorischen Todesarten, Defibrination des Blutes (durch Zersetzung und Exsudation). — Die Livores sind ausgebreitet und missfarbig: bei Zersetzungen des Blutes (Sepsis, aphthöser Krase, Pyämie, Scorbut). — Sie sind hell und mehr röthlich (braun), nicht sehr ausgebreitet und später eintretend: bei entzündlichem, leicht gerinnendem Blute. — Sie sind sehr gering und blass: bei Anämie, Hydrämie und Tabescenz (besonders bei Tuberculose).

β) **Transsudations-Livores** bestehen in Tränkung der Haut und des Unterhautzellgewebes mit blutfarbigem Serum, und entstehen durch Transsudation des Blutwassers, in welchem sich Blutfarbstoff (vielleicht in Folge der Bildung von kohlensaurem Ammoniak) aufgelöst hat. Sie bilden sich bei hyperämischen Gefässen mit sehr erschlaffter, permeabler Wand, und bei flüssigem, vorzüglich zersetztem Blute. Sie greifen auch gegen das Gesetz der Schwere, nach dem der Capillarität, um sich. Es gehören hierher besonders die streifigen, dem Verlaufe der subcutanen Venen folgenden Livores; stets findet sich dabei auch Imbibition der innern Gefässhaut mit Blutfarbstoff.

γ) Compressions-Livores, welche durch Hindrücken des Blutes innerhalb der Gefässe nach dieser oder jener Stelle, oder durch gehinderten Abfluss desselben entstehen, theils schon in der Agonie, theils früher oder später nach dem Tode. Ursache kann sein: ungleichmässig vertheilte Lähmung der Gefässe, Muskelcontraction, Gase, sich senkende oder schwellende Organe u. s. w. — Sie bestehen in Injection der Gefässe und zeichnen sich meist durch ihre scharfe Begränzung neben einer ringsum erbleichten Haut aus.

b. **Innere Leichenerscheinungen.** Die wichtigsten innern Veränderungen in der Leiche gehen theils im Blute und Gefässsysteme vor sich, theils sind sie vom Verluste des Tonus der Häute (besonders der serösen und Gefässhäute) abhängig, wodurch bei vermehrter Permeabilität derselben leicht Imbibitionen und Transsudationen (von blutfarbiger, seröser und galliger Flüssigkeit) zu Stande kommen.

Das Blut bleibt nach dem Tode etwa bis zur 4. Stunde noch flüssig, Herz und grosse Gefässe sind damit angefüllt; bald häuft es sich aber in den Venen an, während die Arterien fast ganz leer sind, weil sich nach dem Aufhören des Athmens gewöhnlich noch das Herz eine kurze Zeit lang contrahirt und, wenn auch dieses still steht, die Arterien doch vermöge ihrer Elasticität das Blut noch vorwärts treiben. Es bilden sich nun Senkungen desselben, sowie Blut- und Faserstoffcoagula (zuerst im Herzen und in den grossen Venen), auch Anhäufungen an verschiedenen Stellen und in einzelnen Organen (besonders in Lunge und Leber). Beim Eintritt der Fäulniss wird das ganze Blut wieder dünnflüssig (wahrscheinlich durch das kohlensaure Ammoniak) und missfarbig. Nicht selten verschwindet oder mindert sich in der Leiche eine beim Leben bestandene Hyperämie, oder aber es steigert sich dieselbe; ja es kann selbst eine der entzündlichen täuschend ähnliche Stase entstehen (die sich nur durch den Mangel des entzündlichen Exsudates unterscheidet). — Hier und da bleibt das Blut gewöhnlich flüssig, wie in der Pfortader, *ven. subclavia* und *anonyma;* in dem Parenchyme verschiedener Organe zeigt es sich in seiner Consistenz verschieden, nämlich: dünnflüssig in Gehirn, Nieren, Knochen, Haut, fibröser und Schleimhaut; dickflüssig in Lunge, Leber, Milz, Muskeln.

1) **Blut- und Faserstoffcoagula.** Es kommt in der Leiche ebensowohl Gerinnung des Blutes als Ausscheidung des Blut-Faserstoffs und dessen Gerinnung vor; da wo sich beide zusammen vorfinden, steht die Menge der Faserstoffausscheidung gewöhnlich im umgekehrten Verhältnisse zur Menge der Blutgerinnung *(Engel).* Hinsichtlich der Menge, des Ortes und der Beschaffenheit dieser Gerinnungen erzeugt der Zustand des Blutes vor dem Tode und die Todesart bedeutende Verschiedenheiten. — Bekannt sind die polypösen Gerinnungen im Herzen als

Herz- oder Sterbepolypen, d. s. mehr oder weniger weiche Klumpen von verschiedener Gestalt, Grösse, Dicke, Consistenz und Farbe, welche entweder aus einem Gerinnsel von ganz reinem Faserstoff (aber nach der Blutbeschaffenheit von verschiedener Qualität), oder aus einem Faserstoffcoagulum mit verschiedener Menge von Cruor und Serum verbunden bestehen. Sie finden sich hauptsächlich im rechten Herzen, oft neben lockern Blutgerinnseln und flüssigem Blute, und bilden sich entweder bald nach dem Tode oder wohl auch schon kurz vor demselben. Das letztere scheint bei widernatürlich langem Verweilen des Blutes im Herzen und bei grosser Gerinnbarkeit des Blutes der Fall zu sein: also bei bedeutender Abnahme der Herzthätigkeit (wie bei Herz-Hypertrophie hohen Grades, passiven Erweiterungen, Herzaneurysmen, langdauernder Agonie), bei Verengerungen der Ostien des Herzens und bei behindertem Lungenkreislauf.

2) **Leichenhyperämieen.** Sie kommen auf doppelte Art zu Stande, nämlich theils durch Senkung des Blutes, theils durch Anhäufung in Folge verschiedener anderer mechanischer Einflüsse (besonders durch Druck). Sie

entstehen am leichtesten bei vielem, dünnflüssigem und dunklem Blute, in Organen von lockerm Baue und mit weiten, vielfach anastomosirenden Haargefässen (Lunge, Schleimhaut). Sie gleichen nicht selten einer während des Lebens bestandenen Entzündung und unterscheiden sich davon nur durch den Mangel der Entzündungsproducte. Sehr hochgradige cadaverische Hyperämie setzt eine solche auch schon beim Leben voraus. — In Folge einer starken und lange andauernden Leichenhyperämie kann bei vielem, dünnflüssigem Blute, starkem Drucke und dünner Gefässwand auch Durchschwitzung und Senkung von blutfarbigem oder rein serösem Fluidum (blutige und seröse Transsudation, Infiltration und Hypostase) zu Stande kommen, und dadurch werden nicht selten die verschiedenartigsten Veränderungen in den physikalischen Eigenschaften der Organe erzeugt.

α) Hypostatische Hyperämie, blutige Leichenhypostase, durch Senkung des Blutes in die abhängigsten Theile (z. B. in den hintern untern Theil der Lungen, in den Beckentheil der Dünndärme, in die hintern Hirngefässe u. s. w.). Anfangs findet sich die stärkere Füllung mit Blut in den grössern, dann in den kleinern, zuletzt in den kleinsten Gefässen; die Röthe ist dunkel oder missfarbig, gleichmässig oder fleckig, am intensivsten in den untersten Partieen; sie wird nach aufwärts allmälig blässer, verwischt sich und geht endlich ohne scharfe Gränze in die normale oder pathologische Farbe des Organs über.

β) Compressions-Hyperämieen kommen kurz vor oder nach dem Tode dadurch zu Stande, dass das Blut durch irgend einen Druck (von Gasen, vergrösserten oder verschobenen Organen, Muskelcontractionen, ungleichmässiger Lähmung der Gefässe u. s. w.) nach einer Stelle hingedrückt oder sein Abfluss von derselben verhindert wird. Am Darmkanale finden sich dergleichen cadaverische Hyperämieen am häufigsten.

3) **Cadaverische Imbibitionen, Transsudationen und Infiltrationen** sind **blutiger, seröser oder galliger Art**, gehen hauptsächlich vom Blute und den in serösen Säcken befindlichen Flüssigkeiten aus, und geschehen auch gegen das Gesetz der Schwere, nach dem der Capillarität. Schleim und Urin transsudiren nicht. — **Imbibirte** Flüssigkeiten befinden sich noch innerhalb der Wände und Gränzen eines Organs, **transsudirte** überschreiten dieselben und infiltriren sich in die verschiedenen Räume der Organe und des Organismus. Transsudationen kommen nur bei höherm Grade von Druck, vorzüglich durch das Entstehen von luftleeren Räumen in serösen Säcken zu Stande. Im letztern Falle wirkt der luftleere Raum, welcher durch das Zusammenfallen des von einem serösen Sacke umhüllten Organs (Lunge, Herz) entsteht, wie ein Schröpfkopf und saugt die Flüssigkeiten der benachbarten Theile (der Gefässe und Wände) in sich. Organe, welche mit transsudirten Flüssigkeiten gedrängt sind, verändern oft ihre Farbe und erleiden nicht selten Volumsvermehrung, Consistenzverminderung und Verlust der Elasticität. Am schnellsten sind **imbibirt**: die innere Gefässhaut, die Schleimhäute, die serösen Häute, die Knorpel und verschiedene Parenchyme.

α) Blutige Leichen-Imbibition und Transsudation. Das mit aufgelöstem Blutfarbstoffe geschwängerte Blutwasser imbibirt sich zunächst in die Gefässhäute (das Encardium und die innere Gefässhaut sieht dann gleichmässig roth aus), durchdringt dann oft dieselben und tränkt entweder das benachbarte Parenchym oder ergiesst sich in die nahen Höhlen (daher die diffuse Röthung von serösen und Schleimhäuten, so wie die schmutzigrothe, niemals gerinnende Flüssigkeit in den serösen Säcken). Am intensivsten ist hierbei die Färbung am Orte der Transsudation, also längs der Gefässe; sie nimmt von da aus allmälig ab und verwischt sich; lässt keine Injection erkennen und haftet sehr hartnäckig im Gewebe (kann weder durch das Messer noch durch Auswaschen entfernt werden). — Blutige Leichentranssudate, denen übrigens scorbutische Exsudate ganz ähnlich sind, kommen vorzüglich bei dünnflüssigem, zersetztem Blute und hochgradiger Hypostase vor, haben eine schmutzigrothe Farbe und kein Gerinnungsvermögen.

β) Seröse Leichen-Imbibition, Transsudation und Hypostase. Die in den serösen Säcken befindliche Flüssigkeit senkt sich zunächst vermöge ihrer Schwere nach den abhängigsten Stellen; doch dringt sie auch, da die seröse Haut in Folge des Verlustes ihres Tonus permeabler geworden ist, in dieselbe ein und durch sie hindurch. Deshalb finden sich diese Höhlen oft ganz leer, die seröse Membran getrübt, lockerer, saftiger und dicker, und die Nachbarschaft mit Serum infiltrirt. — Es kann aber auch Serum in die verschiedenen Höhlen und Gewebe vom Blute oder von Exsudaten aus gelangen. Das erstere ist vorzüglich bei vielem und wässerigem Blute und hochgradiger, besonders hypostatischer, Leichenhyperämie der Fall (Lungenödem bei Hypostase); das letztere findet sich in der Nachbarschaft von serösen und eitrigen Exsudaten. Die Imbibition ist an der Quelle am intensivsten und oftmals gegen das Gesetz der Schwere gerichtet. In Folge der serösen Durchfeuchtung (wo beim Pressen das Wasser austritt)

und Tränkung (wo es beim Einschneiden hervorquillt) werden die Theile lockerer, entfärbt, verlieren ihre Elasticität und schwellen bisweilen an.

γ) Gallen-Imbibition und Transsudation. Die Galle, besonders leicht die dünnflüssige, imbibirt sich nach dem Tode oft in die Wände ihrer Blase, durchdringt diese auch und wird von den umliegenden Theilen aufgenommen. Auch das Innere des Magens und der Därme, wenn es mit galliger Flüssigkeit in Berührung kommt, imbibirt sich damit und diese haftet hartnäckig darin.

4) **Abänderungen der physikalischen Eigenschaften der Gewebe** und **Organe**. In der Leiche können sich die physikalischen Eigenschaften der Organe steigern oder mindern; meist geschieht dies durch Aufnahme oder Verlust von Flüssigkeit, oder bisweilen durch chemische Einwirkungen (besonders als Fäulnisssymptom).

α) Volumsveränderungen. Am häufigsten kommt die Volumsverminderung, sowohl an normalen wie pathologischen Theilen vor, zumal wenn die letzteren durch flüssige Infiltrate (Wasser, Blut, entzündliche Exsudate u. s. w.) geschwollen waren. Oft verschwindet eine krankhafte (besonders entzündliche) Geschwulst in der Leiche ganz und man muss deshalb auf die Folgen derselben (wie auf Zurückhaltung des Krankheitsproductes oder normaler Secrete, auf die Textur des kranken Organes u. s. w.) achten. Die gewöhnlichste Ursache der Volumsverminderung ist der Leichencollapsus (vorzüglich in Gesicht, Lunge, Herz deutlich). Doch kann dieselbe auch von dem Verluste an Blut oder Flüssigkeit überhaupt, sowie von Druck herrühren. — Volumsvermehrung kommt durch Gasentwickelung (bei eintretender Fäulniss) und Infiltration von Flüssigkeiten (blutige, seröse, eitrige oder jauchige), mittels Hypostase oder Imbibition zu Stande. — Mit der Vermehrung und Verminderung des Volumens geht gewöhnlich auch eine Aenderung der Elasticität (meist Verminderung derselben) einher.

β) Consistenzveränderungen. Sehr häufig findet sich die Verminderung der Consistenz als Leichensymptom, und zwar entweder in Folge der Maceration der Theile durch infiltrirte Flüssigkeiten (hypostatische oder transsudirte), oder durch chemische Auflösung (Magensaft, Fäulniss). Der Grad der Erweichung (als: grössere Weichheit, Nachgiebigkeit, Zerreisslichkeit, Maceration, Schmelzung und Auflösung, Mürbigkeit, Morschsein) hängt ab: von der Beschaffenheit und Menge der erweichenden oder auflösenden Flüssigkeit, von der Dauer ihrer Einwirkung und von der grössern oder geringern Zartheit der Textur des infiltrirten Organs. — Vermehrung der Consistenz kann als cadaverische nur durch den Verlust der Flüssigkeit eines Theiles zu Stande kommen.

γ) Elasticitätsveränderungen. Die Elasticität wird vermindert gefunden bei grossem Collapsus der Theile, bei Infiltrationen derselben mit transsudirten und hypostatischen Flüssigkeiten, bei cadaverischen Erweichungen; vermehrt bei Volumsvermehrung durch Gase (bei der Fäulniss).

δ) Farbenveränderungen. Sie gehören zu den gewöhnlichsten Leichensymptomen, bestehen in Verminderung, Verdunkelung, Umänderung oder Verschwinden der Farbe, und betreffen fast nur die Blutfarben, nicht die, welche von körnigem Pigmente herrühren. — *a)* Verminderung der Färbung, Entfärbung, Bleichung, findet sich bei eintretender Blutlosigkeit des Theiles in Folge der Senkung und Austreibung des Blutes (durch die sich nach dem Tode noch zusammenziehenden Arterien), besonders bei entzündlicher und exanthematischer Röthe. Sie findet ihre Ursache ferner noch: in Tränkung und Maceration des Theiles mit farbloser Flüssigkeit; sowie in Auflösung der Blutkörperchen und des Blutfarbstoffs im Serum mit darauf folgender Transsudation desselben. Bisweilen ist die Erbleichung nur scheinbar, durch Trübung überliegender, sonst durchsichtiger Decken erzeugt. — *b)* Verdunklung und Erhöhung der Färbung kann entstehen: durch Hypostasen, Einwirkung von Sauerstoff, Darmgasen, Säure. — *c)* Umänderung der Farbe kommt zu Stande: besonders durch faulige Zersetzung, durch Gase, Imbibition pigmentirter Flüssigkeiten, geänderte Brechungs- und Reflexverhältnisse (bei Austrocknung, Durchfeuchtung, Anschwellung).

ε) Glanzveränderungen. Bisweilen werden im Leichnam glanzlose Theile glänzend (serös, sehnig, fettig, krystallartig): durch Befeuchtung mit Wasser, Fett u. s. w., durch grössere Spannung, dichteres Beisammenliegen. — Glanzlosigkeit (meist mit Trübung) wird dagegen erzeugt: durch bedeutendere Durchfeuchtung, Vertrocknung, Lockerung, Nachlass der Spannung, ungleiche Oberfläche.

ζ) Durchsichtigkeit; sie ist in Folge des Leichen-Collapsus und der Imbibition von Flüssigkeiten fast stets vermindert. — Durchscheinend werden bisweilen Theile durch Austrocknung (z. B. der Herzbeutel und epidermislose Haut pergamentartig und bräunlich durchscheinend).

Fäulniss. Mit dem Ende der Todtenstarre fällt der Anfang der untrüglichen Zeichen der chemischen Zersetzung zusammen, welche nach den verschiedenen Medien (Luft, Wasser, Erde u. s. f.), in welchen sich die Leiche befindet, als Fäulniss, Verwesung oder Vermoderung (s. S. 23) auftreten kann. Die ersten Zeichen der Fäulniss sind die grünen Flecke am Bauche und die Gasentwickelung, welche den fauligen Geruch und die Aufblähung des Leichnams bedingt. Sehr bald finden sich auch Insecten und Infusorien ein, zuvörderst immer an den natürlichen Oeffnungen (Auge, Nase, Mund); und zuletzt geht durch Erweichung oder Eintrocknen der Körper ganz zu Grunde.

Auf den raschern oder langsamern Verlauf des Zersetzungsprocesses haben folgende Umstände Einfluss: *a)* Das Alter; Neugeborne und kleine Kinder faulen weit schneller, als Erwachsene und Greise. — *b)* Das Geschlecht; bei Frauen schreitet die Fäulniss rascher vor, als bei männlichen Leichen. — *c)* Die Leibesbeschaffenheit, besonders die Menge an Fett und Säften; trockne, magere, blutarme Körper faulen weit langsamer als fette und saftreiche. — *d)* Der Zutritt der atmosphärischen Luft und des Wassers; je mehr der Leichnam gegen diese geschützt ist, desto langsamer fault er. — *e)* Der Wärmegrad; Kälte verzögert oder hindert die Zersetzung. — *f)* Die Todesart; gesunde Personen, die plötzlich eines gewaltsamen Todes starben (mit Ausnahme der Todesarten, die ein ungewöhnliches Flüssigsein des Blutes bewirken), faulen nicht so schnell, als jene, die an Krankheiten (besonders solchen, die mit Blutentmischung verbunden sind) sterben. In Leichen solcher Personen, welche durch chronische Leiden abgezehrt und gleichsam ausgetrocknet wurden, schreitet die Fäulniss nur langsam vor; dagegen wird sie befördert durch grosse dem Tode vorhergegangene Anstrengungen und heftigen Todeskampf. — *g)* Die Bekleidung und Hülle; je mehr der Leichnam durch passende Hüllen vor dem Eingreifen der äussern Agentien gesichert ist, desto langsamer greift die Zerstörung durch Fäulniss um sich; nackte Körper faulen daher schneller, als bekleidete und in einem Behältniss eingeschlossene. — *h)* Der Druck, welcher auf die Leiche einwirkt; je stärker er ist, desto langsamer die Fäulniss. — *i)* Die Zerstörung durch Thiere; je zeitiger und je mehr Insecten ihre Eier in die Leiche legen, desto rascher wird die Fäulniss überhand nehmen; dasselbe findet auch statt, je mehr der Leichnam durch das Anfressen von Hunden, Katzen, Schweinen, Füchsen, Ratten, Fischen u. s. f. verletzt wurde. Ueberhaupt faulen Theile mit Wunden, Quetschungen, Bluterguss schneller, als gesunde Körpertheile. — *k)* Das Medium, in welchem sich der Leichnam befindet; im Wasser geht die Fäulniss stets langsamer vor sich, als in der freien Luft; beim Aufenthalte einer Leiche in der Erde bewirken die Natur des Erdreichs, die Feuchtigkeit und Temperatur desselben, so wie die Hülle des Leichnams, grosse Verschiedenheiten.

Hinsichtlich des schnellern oder langsamern Ganges der Fäulniss in den verschiedenen Medien lassen die Versuche *Orfila's* folgende Schlussfolgerungen zu: 1) die Fäulniss schreitet, unter übrigens gleichen Um-

ständen, in dem Dünger weit schneller, als im Wasser, in Abtrittsjauche und im Erdreiche vor. — 2) Die Erde hemmt, unter den verschiedenen Medien, die Fäulniss dann am stärksten, wenn der Körper einige Fuss tief vergraben und der Boden nicht durchnässt ist. — 3) In Abtrittsjauche macht die Fäulniss geringere Fortschritte als im Wasser, grössere jedoch, als in der Erde. — 4) Nächst dem Dünger begünstigt keines der genannten Medien die Zersetzung so sehr, als das Wasser, besonders wenn es oft erneuert wurde. — 5) Feuchte Luft beschleunigt die Fäulniss mehr als jedes andere Agens, während der genannte Process in der trocknen Luft nach einiger Zeit still steht.

Die Resultate der Beobachtungen über die Veränderungen nach dem Tode sind im Allgemeinen etwa folgende: *a)* die Form und das Volumen eines Leichnams ist desto vergänglicher, je saftreicher derselbe; Magere halten sich mindestens doppelt so lange, als Fette. — *b)* Das Gewicht des Leichnams nimmt vom Momente des Todes an bis zur völligen Zersetzung ununterbrochen ab; es beträgt nach der Flucht der Larven der *Musca carnaria* etwa noch die Hälfte, nach Sättigung des Speckkäfers gegen ein Viertel des frühern. — *c)* Auf die Haltung der Leiche hat die äussere Constitution, Todesursache, Kleidung und Localität grossen Einfluss; je kräftiger die Muskulatur, je rascher der Tod und je weniger Bekleidung, desto straffer gestreckt liegt der Körper. — *d)* Die Färbung der Körperoberfläche durchläuft die des Regenbogens mit allen ihren Uebergängen, doch treten die Farben in gewisser Ordnung auf und zwar so, dass der Grundton allmälig in einen andern übergeht, während andere Farben in Flecken und Streifen gleichsam aufgesetzt zu sein scheinen. Der erste Grundton ist die Hautfarbe der Leiche, ein Graugelb, auf diesem zeigen sich dann zuerst die Todtenflecke, und dann einzelne grüne Flecke in der Gegend der Herzgrube und des Nabels; hierauf verwandelt sich der Grundton, indem sich einzelne rothe Flecke bilden, allmälig in Weinhefenroth, Braunroth, Bräunlichroth, dann in Olivengrün, Graugrün, Flaschengrün, endlich in ein Rothbraun, welches sich immer dunkler färbt, bis auf den Resten ein Rauchschwarz, oder ein Erdfahl lagert. — *e)* Der Aggregatzustand des Cadavers wird kurz nach dem Tode dichter; bald aber beginnt die Gasentwickelung, und in ihrem Geleite tritt Erweichung und Austrocknung aller Weichtheile ein; nach diesem Processe wird die Masse abermals fester, um durch den Wurmfrass minirt, in Fasern und Blätter getrennt und der Zerstreuung hingegeben zu werden. — *f)* Der Geruch einer Leiche richtet sich zuerst nach den beim Tode angewendeten Medicamenten und den zufällig anhängenden Unreinigkeiten; dann scheinen thierische Exhalationen mit der fliehenden Wärme aus den Oeffnungen aufzusteigen; hierauf verdirbt das Schleimhaut-Secret, sodann das Blut und so werden Wasserstoffarten frei; immer mischt aber die Fäulniss thierische Miasmen bei. In den spätern Perioden verdunstet Ammonium und gibt dem Leichname einen brenzlichen Geruch.

Geschlechtseigenthümlichkeiten.

Wie sich bei allen thierischen Organismen getrennten Geschlechts, ausser in den Fortpflanzungsorganen, auch im ganzen übrigen Körper ein besonderer Charakter (der männliche und weibliche Habitus) ausspricht, so ist dies ganz vorzüglich beim Menschen der Fall. Obschon zwischen Mann und Weib die grösste Analogie existirt (denn selbst vom Uterus findet sich im Manne ein Rudiment in der Prostata am hintern Theile des Samenhügels), so zeigen doch beide Geschlechter nicht unbedeutende, und für den Arzt wohl zu berücksichtigende Verschiedenheiten. Dieselben stehen aber mit der allgemeinen Bestimmung der Geschlechter im Einklange; denn während das Weib mehr für das

geschlechtliche Verhältniss und für das Familienleben bestimmt ist, soll der Mann mehr für das Aeussere, für Kunst, Wissenschaft, Sicherheit, Schutz und Subsistenzmittel der Familie und des Staates Sorge tragen. Da schon früher die Unterschiede zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlechte hinsichtlich der Statur (s. S. 102), des Umfanges (s. S. 104), des Gewichts (s. S. 105), der Proportionen (s. S. 106) und Form (s. S. 110) angeführt worden sind, sowie auch von der Lebensdauer und den Lebensabschnitten (s. S. 168) bei beiden Geschlechtern gehandelt wurde, so ist nur noch übrig, der Verschiedenheiten in den einzelnen Systemen und Functionen Erwähnung zu thun.

Hinsichtlich der flüssigen und festen Bestandtheile des männlichen und weiblichen Körpers findet ein Unterschied insofern statt, als im erstern die festen, im letztern die flüssigen Theile überwiegend sind (natürlich nur relativ). So beträgt z. B. das Skelet beim Manne $^{10}/_{100}$, beim Weibe nur $^{8}/_{100}$ des gesammten Körpergewichts; alle festen Theile, wie Haut, Knorpel, Knochen, Sehnen, Muskeln und Zellgewebe sind beim Manne straffer, härter und derber. Zellgewebe und Fett ist beim Weibe in grösserer Menge vorhanden, und dieses bedingt die gerundetern, schmiegsameren Formen des Körpers; als Ursache dieser bedeutenderen Fettentwickelung hat man wohl den grössern Gehalt des Blutes an Kohlenstoff, in Folge des schwächern Athmens und der luxuriösern Vegetation, anzusehen. Die Annahme, dass beim Weibe die vegetativen Functionen vorwaltend entwickelt wären, ist falsch; man kann nur sagen, im weiblichen Geschlechte herrscht eine mehr luxuriöse Vegetation, im männlichen dagegen eine kräftigere vor.

Blut, Gefässsystem und Circulation. Beim Manne sollen im Blute mehr Faserstoff, Cruor, Eisen- und Salztheile, bei der Frau dagegen Eiweiss (Fett) und Wasser vorherrschen; auch soll letztere überhaupt eine grössere Menge Blut besitzen. — Beim Manne ist das Herz in allen seinen Verhältnissen grösser, mit dickeren Wänden und geräumigeren Höhlen versehen, auch sind die Gefässe, besonders Aorta und Lungenarterie, weiter und dickwandiger; bei der Frau sind die Gefässwände dünner, nachgiebiger und es zeichnen sich die Arterien durch ihre Dickwandigkeit weniger vor den Venen aus (deshalb die Hautfarbe schöner roth, deshalb aber auch leichter Erweiterung und Zerreissung der Gefässe); das Herz ist kleiner. Nur die Gefässentwickelung im Becken, besonders an den Geschlechtstheilen, ist stärker beim Weibe. — Die Circulation ist beim Manne langsamer und weniger veränderlich, und es wird eine stärkere Blutwelle durch die Adern getrieben; bei der Frau ist der Puls weniger voll, aber schneller und frequenter, auch verändert er sich leicht. Es soll beim Weibe das Blut weniger nach der Oberfläche hinströmen *(Moreau)*. — Die Sanguification geht beim Manne kräftiger von statten, dafür geht aber beim Weibe dieser Process, sowie die Chylusbildung, rascher vor sich. (Deshalb erträgt das Weib grössere Blutverluste besser als der Mann und ersetzt die verlorene Blutmenge viel rascher; grosser Blutverlust wird dem Manne weit mehr schaden; Bleichsucht ist mehr dem weiblichen, die Bluterkrankheit mehr dem männlichen Geschlechte eigen.)

Respiration und Athmungsorgane. Sämmtliche der Respiration vorstehende Organe sind beim Manne weit mehr entwickelt, als bei der Frau; der Thorax ist umfänglicher (mehr in seinem untern als obern Theile beweglich), die Lungen sind grösser, der Kehlkopf ist weniger beweglich, weiter, niedriger gestellt und stärker am Halse vorspringend, die Stimmritze länger und weiter, der Schildknorpel macht einen spitzern Winkel, die Stimmbänder sind stärker und länger (die Stimme stärker und tiefer; weit häufiger Stottern, als bei der Frau); die Luftröhre weiter, aber kürzer, nach unten kegelförmig sich etwas verengernd (bei der Frau cylindrisch);

Nase und Rachen geräumiger; das Zwerchfell hat einen grössern Umfang und ist nicht so hoch in die Brust hinaufgewölbt. Der weibliche Thorax ist beweglicher (besonders in seinem obern Theile) und ausdehnbarer, weil die Rippenknorpel länger, dünner und biegsamer sind. — In- und Exspiration erfolgen beim Manne langsamer, aber tiefer; dieser hat auch einen weit stärkern Respirationstrieb als die Frau, er verzehrt mehr Sauerstoff, fordert eine reinere Luft und stirbt schneller an Erstickung (ja selbst männliche Embryonen sollen nach *Carus* häufiger in Asphyxie verfallen, als weibliche).

Verdauung; Digestionsorgane. Der gesammte Verdauungsapparat ist beim Manne grösser als beim Weibe und muskelthätiger; zwar erscheint die Bauchhöhle bei dem letztern länger und nach unten breiter, aber beim ersteren ist sie dafür in ihrem obern Theile geräumiger. Die Zähne des Mannes sind grösser und breiter, die Mundhöhle umfänglicher, der Unterkiefer höher und breiter; die Zunge ist dicker und breiter; Schlundkopf und Speiseröhre muskulöser; der Magen geräumiger und dickwandiger; der Dünndarm weiter, aber verhältnissmässig kürzer, der Dickdarm enger; Leber, Milz und Pancreas sind grösser; nur die Chylusgefässe sind weniger zahlreich und weniger thätig als bei der Frau, weshalb bei dieser die Verdauung schneller von statten geht (die Fäces trockner sind). — Beim Manne ist die Neigung, Nahrung aufzunehmen (Hunger und Durst), viel reger und dringender, als beim Weibe (welches auch dem Hungertode länger widersteht). Der Digestionsprocess geschieht beim Manne energischer, aber langsamer, die Chylusresorption träger. Das Weib nimmt also im Allgemeinen weniger auf, verarbeitet aber das Aufgenommene schneller.

Ernährung und **Secretion.** Beim männlichen Geschlechte geht die Ernährung, sowie die Digestion, Respiration und Sanguification, langsamer, aber kräftiger vor sich, als bei dem weiblichen Geschlechte, welches deshalb auch weniger Nahrungsstoff erfordert, und rascher wächst und schneller die verschiedenen Lebensperioden durchläuft. — Die Secretionen geschehen beim Manne energischer, die Producte sind zwar oft weniger copiös, aber dafür concentrirter, differenter; Lungenexhalation, Schweissabsonderung, Gallen- und Harnabsonderung sind beim Manne bedeutender, als bei der Frau. (Moschus, Bibergeil, Zibeth, Bisam u. s. w. liefert hauptsächlich und besser das männliche Thier.)

Nervensystem. Bei der Frau ist das Gehirn im Verhältniss zum übrigen Körper und zu den Nerven grösser, als beim Manne, bei dem dagegen Kopf und Gehirn absolut grösser ist. Hinsichtlich der einzelnen Hirnpartieen erscheint beim Weibe der Hirnstamm kleiner und deshalb auch die Basis weniger umfänglich, dagegen der Hirnmantel und die Zirbeldrüse grösser. Von den Hirnlappen sind beim Manne die vordern, beim Weibe die hintern umfangsreicher. Die Hirnnerven sind, mit Ausnahme des Gesichts- und Geruchsnerven, bei der Frau dünner, als beim Manne. Ausserdem ist beim Weibe Gehirn und Schädel mehr gerundet und nicht mit so bedeutenden Hervorragungen und Vertiefungen versehen, als beim Manne. (*Sömmerring* stellte folgende Unterschiede des männlichen und weiblichen Kopfes auf: der weibliche Kopf mit allen Zähnen ist zu allen übrigen Knochen des Skelets schwerer (wie 1 : 6), als der männliche (wie 1 : 8 oder sogar wie 1 : 10); es ist, beim Vergleiche eines weiblichen und männlichen Skelets von gleicher Höhe, der Kopf beim Weibe von grösserm Umfange; die Hirnschale ist zu den Gesichtsknochen grösser, die Löcher derselben enger.) Das weibliche Gehirn ist ferner blutärmer, da die Arterien kleiner und die zum Durchgange derselben bestimmten Schädellöcher enger sind. — Das Weib hat im Verhältnisse mehr Rückenmark als der Mann (deshalb einen grössern Wirbelkanal); auch sind die Spinalnerven, namentlich die der Rücken- und Lendengegend stärker, besonders stark erscheint das Beckengeflecht, sowie das obere Gekrös- und Grimmdarmgekrösgeflecht. Im Allgemeinen ist das Nervensystem beim weiblichen Geschlechte viel reizbarer als beim männlichen

(deshalb mehr Nervenkrankheiten). In psychischer Hinsicht ist bei der Frau die Empfindung (Phantasie) vorherrschend, beim Manne dagegen der Verstand und Wille.

Die äussern **Sinne** scheinen beim Manne mehr entwickelt, als bei der Frau. Das Auge ist grösser und vorragender, die Orbita geräumiger, die Augenbrauen stärker, buschiger; der äussere Gehörgang weiter, mehr trichterförmig (bei der Frau mehr cylindrisch), das äussere Ohr dicker, länger und breiter; die Nasenhöhle und ihre Nebenhöhlen geräumiger, die Zunge dicker und breiter; die Fingerspitzen breiter und stumpfer. Im Allgemeinen kann angenommen werden, dass das Gemeingefühl weit reger beim weiblichen Geschlechte, die Energie der eigentlichen Sinne aber beim männlichen stärker ist.

Was die übrigen **Systeme** betrifft, so sind die **Knochen** beim Weibe schwächer, dünner und zarter, beim Manne eckiger und rauher. — Die **Muskeln** zeigen sich bei der Frau weicher, dünner, schwächer und zarter als beim Manne (wo sie straffer, härter und derber sind), die einzelnen Fasern dünner, geschmeidiger und weniger derb, die Bündel mehr rund, mit mehr Fett durchwebt und weniger hochroth. Nur die Lenden- und Gesässmuskeln sind beim Weibe stärker ausgebildet. Die Muskelkraft ist beim Manne entschieden bedeutender als beim Weibe. Die **Haut** ist bei der Frau zarter, weicher, weisser, dünner und durchscheinender; die Gefühlswärzchen sind weniger hervortretend, die Haare feiner und dünner, die Nägel weniger dicht, zierlicher und durchsichtig. Das Unterhautzellgewebe ist fettreicher, laxer und copiöser am weiblichen Körper.

Die **Krankheiten**, welche beim Manne und bei der Frau vorkommen und von denen im Allgemeinen die meisten in ziemlich gleicher Anzahl bei beiden Geschlechtern auftreten, erleiden doch gar nicht selten, hinsichtlich der Häufigkeit ihres Vorkommens und in Bezug auf ihre Erscheinungen, durch den Geschlechtscharakter verschiedene Modificationen; manche Krankheiten dagegen (natürlich solche, welche durch die besondere Bildung und Function der Geschlechtswerkzeuge bedingt werden) existiren nur bei dem einen oder dem andern Geschlechte. Jedenfalls ist das weibliche Geschlecht leichter und einer grössern Anzahl Krankheiten unterworfen, als das männliche, weil bei ihm das Sexualsystem (Menstruation, Schwangerschaft, Gebären, Wochenbett, Säugegeschäft) eine so grosse Rolle spielt. Man sagt, dass der Mann eine grössere Anlage zu Krankheiten mit vorherrschender Arteriellität (Entzündungen), zu Leiden der obern Körperhälfte, des cerebro-spinalen Nervensystems, zu psychischen Störungen mit Ausschweifungen der Intelligenz und des Willens, das Weib dagegen zu Krankheiten mit vorherrschender Thätigkeit des Venen- und Lymphsystems, zu Leiden der untern Körperhälfte, des sympathischen Nervensystems, zu psychischen Störungen mit Ausschweifungen der Gefühlsthätigkeit und Phantasie besitzt. Beim Manne, wo die Functionen des animalen Lebens (des Muskel- und Nervensystems) mehr hervortreten, geschehen auch die krankhaften Actionen energischer, während beim Weibe, wo der plastische Process überwiegt, die Krankheiten langsamer, milder und mit mehr Neubildung verlaufen. Die Folgen excessiver Geschlechtsthätigkeit wirken beim Manne auf das animale Leben zurück und erzeugen hier Lähmung (Rückenmarksdarre, Geistes- und Muskelschwäche), bei der Frau dagegen auf das vegetative Leben, und ziehen Blutarmuth und Abzehrung nach sich. Das Weib ist weit mehr zu Reflexbewegungen geneigt als der Mann, ebenso zu Blutungen und Geschwülsten; von ansteckenden Krankheiten bleibt das weibliche Geschlecht mehr verschont als das männliche, wahrscheinlich wegen der grössern Lebenstenacität, welche während der Schwangerschaft ihr Maximum erreicht. Das Weib unterliegt ferner aber vorzugsweise: der Bleichsucht, dem Magengeschwüre, dem Brust-, Magen- und Gebärmutterkrebse, puerperalen Krankheiten; beim männlichen Geschlechte tritt dagegen die Neigung zu Entzündungen, zur Gicht- und Steinbildung stärker hervor. Die Mortalitätsverhältnisse gestalten sich bei beiden Geschlechtern verschieden (s. S. 190).

Lebenserscheinungen.

Das Leben im menschlichen Körper (s. S. 2) gibt sich für uns durch sinnlich wahrnehmbare Veränderungen der Eigenschaften des Körpers zu erkennen (s. S. 1 u. 21). Diese **Veränderungen** (organischen Processe), welche bisweilen fast unmerklich vor sich gehen (latentes Leben), kommen durch verschiedene Kräfte zu Stande, grösstentheils finden sie nach rein physikalischen und chemischen Gesetzen statt (wie im

Pflanzen- und Thierkörper; s. S. 60 u. 90); in einigen Processen werden aber diese Gesetze durch die Nerventhätigkeit (Lebenskraft) verschiedentlich modificirt wiedergefunden, während für einige andere Vorgänge gar keine Analogie in der unorganischen Natur sich bis jetzt auffinden lässt (d. s. die sogen. vitalen Processe). Unter den physikalischen Erscheinungen, bei denen sich die Gesetze der Statik, Hydro- und Aërostatik wiederholen, spielen vorzüglich die der Capillarität, Imbibition und Enosmose eine grosse Rolle. Chemische Gesetze geben sich vorzugsweise beim Stoffwechsel zu erkennen, während die vitalen Kräfte hauptsächlich zur Erklärung der Bewegung und Nerventhätigkeit benutzt werden. Uebrigens sind wir bis jetzt nicht im Stande, überall die Gesetze zu entwickeln, nach welchen ein Vorgang im menschlichen Körper erfolgt; man hat es ja auch mit einem sehr zusammengesetzten Organismus zu thun, in dem sich Thätigkeiten der verschiedensten Art mit einander combiniren.

A. **Physikalische Gesetze.** Da die allgemeinen Eigenschaften der Materie, wie Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Trägheit, Anziehungskraft, Porosität, Elasticität u. s. f. eben so gut dem menschlichen Organismus, wie den unorganischen Körpern zukommen, so müssen diese Eigenschaften auch dieselben Folgen haben. Am deutlichsten zeigt sich dies durch die Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung, denn sie sind für den menschlichen Körper, trotz dem, dass die Kraft, welche die Bewegung veranlasst und das Gleichgewicht herbeiführen kann, durchaus eigenthümlich ist, doch wesentlich dieselben, wie für alle andern Körper. — Die physikalische Beschaffenheit der organischen Materie lässt gar nicht selten ohne alle weitern Versuche Schlüsse über die Thätigkeiten der Theile zu, welche diese Materie bildet. (Weiss man z. B., dass die Wände der Arterien elastisch sind, so lässt sich ohne Weiteres daraus folgern, dass sobald sie mit Blut stärker gefüllt werden, sie sich bis zu einem gewissen Grade ausdehnen und beim Nachlasse des Drucks zu ihrem alten Umfange wieder zurückkehren.)

Ueberhaupt stimmt unser Organismus im Allgemeinen mit einer künstlichen Vorrichtung (Maschine) so ziemlich überein, denn, gleichwie in den Mechanismen, sagt *Valentin*, finden wir auch in den Organismen eine Menge harmonisch verbundener Theile, welche unter der Voraussetzung, dass sie durch entsprechende Momente gespeist werden, als das Resultat ihrer Veränderungen und Bewegungen gewisse Kraftäusserungen zu Tage fördern. Bei unsern Maschinen erfolgt die Speisung durch physikalische oder chemische Momente oder durch beide zugleich. Die Ausdehnung einer Feder, die Schwere eines Gewichts, welche ein Uhrwerk im Gange erhalten, der Fluss des Wassers, welches eine Mühle treibt, bilden physikalische Speisungsmomente, während chemische, z. B. in dem Brennmateriale, durch welches wir einen Ofen heizen, in dem verbrennenden Kohlenwasserstoffgase, durch welches wir beleuchten, existiren; in den Dampfmaschinen dagegen physikalische und chemische Momente zugleich als nährende Thätigkeiten vorhanden sind. In den Organismen findet sich die gleiche Nothwendigkeit einer Speisung, die hier eine vorzugsweise chemische ist und bei den Pflanzen durch

die Atmosphäre und die von dem Boden und dem Wasser dargereichten assimilirbaren Stoffe, bei den Thieren und Menschen durch die verschiedenartigen Nahrungsmittel und Aneignungsproducte geliefert wird. Indem so durch diese Assimilation der Gang des lebendigen Uhrwerks möglich gemacht wird, entsteht mit jeder Kraftäusserung ein ihr proportionaler Verbrauch von Stoff oder Agens, ganz wie dieses bei den Maschinen der Fall ist. Also: Speisung, Entwickelung von Thätigkeit unter Verbrauch von Stoff und Ausscheidung von verbrauchter, ferner untauglicher Materie treten in Mechanismen und Organismen in ähnlicher Weise auf. — Während die von dem Menschen verfertigten Apparate aus den möglichst unveränderlichen und dauerhaftesten (groben) Stoffen gebildet sind, welche aber trotz dem sehr häufig einer von aussen herkommenden Reparatur, die der Apparat nie selbst bewerkstelligen kann, bedürfen, sind dagegen die organischen Körper aus den feinsten (mikroskopischen) Formelementen zusammengesetzt, ihre Materie ist sehr zersetzbar und vergänglich, und sie wird durch die dem lebenden Körper zukommende Stoffmetamorphose vom Organismus selbst in ihrer gehörigen Beschaffenheit erhalten. — Wie in den Pflanzen und Thieren, so bedient sich auch im menschlichen Körper die Natur zur Herstellung der Functionen desselben sehr kleiner Gewebselemente, welche durch ihre meist mehr oder minder ungleichartige Zusammensetzung die einzelnen wirksamen Organe zusammensetzen. Deshalb können wir zwar die Functionen im Ganzen unmittelbar wahrnehmen, deren wesentliche Erscheinungen und Ursachen aber häufig erst durch das Mikroskop mit genügender Vollständigkeit erforschen (z. B. Kreislauf durch die Capillaren; Entzündungsphänomene; Contractionserscheinungen). Bisweilen lässt sich allerdings, wenn nämlich eine bedeutendere, wo möglich gleichartige Aggregation der Elementartheilchen stattfindet, die Function eines Theiles auch ohne Mikroskop bis zu einem gewissen genügenden Grade erforschen (Krystalllinse; Muskelbündel). Wo dagegen sehr ungleichartige und verschieden wirksame Elementartheile dicht bei einander liegen, entgeht uns, selbst durch das Mikroskop, die Möglichkeit, hinreichend tief eindringende Beobachtungen und Versuche anzustellen (bei der Sanguification, Nutrition, Nerventhätigkeit). — Wiewohl nun die kleinsten wirksamen Theilchen einander wechselseitig in ihren Thätigkeiten bedingen, so haben sie doch andrerseits schon vermöge ihrer eigenthümlichen physikalisch-chemischen Beschaffenheit eine gewisse Selbstständigkeit ihrer Functionen (moleculare Lebensäusserungen). Durch Aggregation ungleichartiger Elementartheilchen müssen auch ungleichartige Wirkungen bedingt werden; die Thätigkeit eines jeden Organs, welches aus ihnen besteht, muss das Resultat einer complicirten Menge von Einzelfunctionen sein; das scheinbar einfache Endergebniss derselben bildet gleichsam das Facit jener untergeordneten Verschiedenheiten. Die Anhäufung gleichartiger Elementartheile dagegen bedingt auch ursprünglich homogene Functionsäusserungen, welche sich nur nach Massgabe der wirksamen Elemente summiren, nicht aber qualitativ verändern. Da die grössern Organe unseres Körpers aus überaus zahlreichen Mengen wirksamer Elementartheile bestehen, so muss schon ein grösseres Quantum derselben zerstört oder verletzt sein, bevor bedeutendere Störungen hervortreten. Dieser Umstand sichert auch die Dauer der Apparate, welche unsern Körper zusammensetzen *(Valentin)*.

I. Allgemeine Eigenschaften. Dass der menschliche, wie jeder andere organische, Körper, die den unorganischen Körpern zukommenden Eigenschaften (wie: Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Theilbarkeit, Porosität, Zusammendrückbarkeit, Elasticität, Ausdehnbarkeit, Trägheit, Anziehungskraft) besitzt, kann nicht weggeleugnet werden. Nur ist der menschliche Körper aus einer Menge von Theilen zusammengesetzt, denen die verschiedensten physikalischen Eigenschaften (welche von dem innern Arrangement ihrer constituirenden Theilchen abhängen)

zukommen und welche sehr leicht diese ihre Eigenschaften umändern können.

a. **Consistenz.** Die wenigsten Theile unseres Körpers, der überhaupt aus festen, flüssigen und gasförmigen zusammengesetzt ist (s. S. 140), sind ganz feste, die meisten haben eine tropfbarflüssige oder (halb-) festweiche Consistenz, und erscheinen wegen der bedeutenden Durchtränkung mit Flüssigkeit (Blastem; s. S. 142) viel weicher und biegsamer, als es ihr absoluter Cohäsionsgrad erfordern würde. Nur da, wo mehr mechanische Zwecke einen grössern Widerstand erfordern, finden sich cohärentere Gebilde. Uebrigens hängt von der geringen Dichtigkeit und lockeren Zusammenfügung der Theilchen unseres Körpers die Zartheit, Beweglichkeit und überhaupt die Möglichkeit der meisten Functionen ab; denn nur unter der Voraussetzung ihrer Durchtränkung mit Wasser können die organischen Theile regelrecht wirken. Die Festigkeit der einzelnen dichten Gewebselemente unsers Körpers hängt theils von der physikalischen und chemischen Beschaffenheit derselben, theils von ihrem Feuchtigkeitsgehalte, der im Allgemeinen in festeren Theilen geringer ist, ab. Eine **grössere Festigkeit** der Substanzen unseres Körpers, wodurch diese eine bedeutendere mechanische Widerstandskraft, aber auch eine geringere Imbibitionsfähigkeit, geringere Biegsamkeit und Elasticität u. s. f. erhalten, wird auf folgende Weise erreicht: 1) Durch die Beimischung einer bedeutenderen Menge von dichteren, härteren, unorganischen oder organischen Stoffen (vorzüglich von Erdsalzen, besonders phosphorsaurem Kalke), und 2) durch Verminderung der flüssigen oder weichen Bestandtheile des Gebildes, die mittels Compression, Vertrocknung, Exosmose, Resorption dieser Theile ermöglicht wird. Dagegen kann die **Abnahme der Festigkeit** im Allgemeinen ihren Grund in Vermehrung der weichern und flüssigen, oder in Verminderung der festern Bestandtheile des Gebildes ihren Grund haben.

Anomalieen der Consistenz. Die Abweichungen vom Normalgrade der wechselseitigen Adhäsion der ein Gebilde constituirenden Elementartheile und der Cohäsion und Widerstandskraft dieser letztern bestehen im Allgemeinen in Verminderung und Vermehrung der Consistenz. Diese Consistenzanomalieen hat man auch mit dem Namen der Erweichung und Verhärtung (Verflüssigung und Eindickung) belegt. Beide Zustände können einen sehr verschiedenen Grad haben, von einer kaum merklichen Zu- oder Abnahme der Consistenz bis zum Uebergange einer ursprünglich weichen oder selbst flüssigen Substanz in eine steinähnliche Masse, oder eines ursprünglich harten Gebildes in eine flüssige Materie. — Die **Vermehrung der Consistenz** (die Zunahme der Festigkeit, das Härterwerden oder die Verhärtung fester Gebilde, und die Eindickung flüssiger Materien) kann durch sehr verschiedene Ursachen zu Stande kommen; bei festen Geweben z. B. *a)* durch Verminderung des Blutes und des das Gewebe durchfeuchtenden Blastems (hier ist die Vermehrung der Consistenz nur gering, oft vorübergehend, vorzüglich in der Milz, im Gehirn und Zellgewebe, besonders bei grossem und raschem Verluste von Blut oder von wässerigen Bestandtheilen des Blutes); *b)* durch Hypertrophie, besonders wenn dabei keine Volumzunahme, sondern nur Massenzunahme mit Verdrängung dazwischen liegenden parenchymatösen Zellstoffs stattfindet (beim Knochen-Zell-, Muskel- und Nervengewebe); *c)* durch Infiltration des Gewebes mit festem Neugebilde, wie mit erstarrenden, verschrumpfenden, verkreidenden, callös und knöchern werdenden Entzündungsproducten, oder mit sogenannten dyskratischen Afterbildungen (krebsiger, tuberculöser, speckiger Masse); *d)* durch Atrophie, sofern mit der Reduction des Volumens eine Verdichtung stattfindet; *e)* durch starke Zusammenziehung, bei contractilen Gebilden (besonders der Muskeln und des Zellgewebes). Flüssigkeiten dicken ein: beim Verluste ihrer wässerigen Bestandtheile oder durch Zusatz consistenter Materien. Die Vermehrung der Consistenz, welche bei der Verknöcherung und Verkreidung (s. S. 160) ihren höchsten Grad erreicht, zeigt sich in den verschiedenen Geweben sehr verschieden, als anomale Zähigkeit, Härte, Starrheit, Steifigkeit, Festigkeit, Sprödigkeit). — Der **Verminderung der Consistenz** (der Abnahme der Festigkeit, dem Weicherwerden oder der Erweichung fester Gebilde, dem Dünner- oder Flüssigerwerden von Fluidis) liegen zum Grunde: *a)* Ueberfüllung eines Gewebes mit fliessendem Blute oder mit Blastem; *b)* Durchfeuchtung und Tränkung mit abnormen Flüssigkeiten (wie mit Serum, extravasirtem Blute, Eiter und andern flüssigen Entzündungsproducten); *c)* Infiltration mit einem weichern Gebilde, als das normale Gewebe des weicher gewordenen Organes ist (mit Fett, Markschwamm, Tuberkel u. s. w.); *d)* Umwandlung eines festern Gebildes zu einem weichern (bei der Fettentartung z. B. der Muskeln, Knochen, Nerven, Gefässwände u. s. f.); *e)* Atrophie, sofern sie die Dichtigkeit des Gewebes vermindert (besonders bei Verarmung des Gewebes an seinen festeren Bestandtheilen); *f)* Schmelzung und Zerfallen der Elementartheile des Gewebes (vorzüglich bei der Vereiterung, Verschwärung, dem Brande); *g)* Auflösung durch freie Säuren oder ätzende Substanzen; *h)* Erschlaffung contractiler Gebilde. Flüssigkeiten müssen dünnflüssiger werden, wenn sich ihre wässerigen Bestandtheile vermehren oder die consistenteren Materien, welche sie enthalten, an Menge abnehmen. Die Verminderung der Consistenz kann nach ihrem

verschiedenen Grade und nach dem Gebilde, welches sie befällt, sein: regelwidrige Weichheit, Mürbigkeit, Morschsein, Brüchichkeit, leichte Zerreisslichkeit; von teigiger, breiiger Art u. s. w.

[Ueber die Erweichung und Verhärtung der verschiedenen Gewebe und Organe s. später bei den einzelnen Theilen.]

b. **Adhäsion.** Als Unterstützungsmittel einzelner Thätigkeiten unseres Körpers tritt häufig die Adhäsion flüssiger Substanzen an festeren (die natürlich zwischen verschiedenen Substanzen verschieden ist) auf. Sie unterstützt vorzugsweise die Thätigkeit freier Hautoberflächen und dient zu deren Schutze, sowie zur leichtern Fortbewegung von Stoffen an denselben. So wird die Conjunctiva des Auges dadurch leichter und länger feucht erhalten; die Haut (mit den Haaren) durch das anhaftende Fett geschmeidig gemacht und ihre Benetzbarkeit gemindert; der Embryo durch die fettreiche *vernix caseosa* vor dem Amnioswasser geschützt; die Schleimhaut durch den Schleimüberzug vor dem leichten Eindringen flüssiger und gasförmiger Stoffe bewahrt, und die Bewegung der Stoffe in den Schleimhauthöhlen erleichtert. Es werden ferner durch die Adhäsion von Flüssigkeiten an den Wänden der Röhren und Behälter, in denen jene sich bewegen, die Wirkungen der Schwere jener Flüssigkeiten etwas verkleinert. Ebenso muss, da die Innenflächen der Wandungen dieser Kanäle fortwährend mit Flüssigkeit benetzt sind, die Aufnahme von solchen Substanzen, welche der benetzenden Flüssigkeit entsprechen, wesentlich befördert werden. Eine festere Adhäsion von Theilen unter einander wird entweder durch eine eiweisshaltige, gallertartige, leimige Materie, oder durch die Unterstützung des äussern Luftdrucks (wie in den Gelenken) zu Stande gebracht.

c. **Porosität.** Die Zwischenräume, welche sich zwischen den verschiedenen Theilchen aller Gewebe (selbst der festesten) unseres Körpers befinden (d. s. die Poren), sind, wenn auch nicht überall sinnlich wahrnehmbar, doch gross genug, um Flüssigkeiten und Gase durchzulassen. Sie sind übrigens stets mit Flüssigkeit (organischen Lösungen von verschiedener Concentration und differenter Dichtigkeit) angefüllt, da ihre Wände auf diese eine Anziehung ausüben, und deshalb gleicht unser Körper einen mit Wasser getränkten Schwamme, welcher von Lösungen leicht durchdrungen werden kann. Auf der Porosität unseres Körpers beruhen übrigens die Phänomene der Haarröhrchenanziehung (Capillarität), sowie die der Imbibition, der En- und Exosmose, also die wichtigsten und zur Erhaltung des Lebens ganz unentbehrlichen physikalischen Kräfte. Mit Verminderung der Porosität, welche durch Verstopfung der Poren, durch Verdickung und Verdichtung des porösen Gewebes zu Stande kommen kann, ist auch die Durchdringlichkeit des letztern vermindert oder wohl auch ganz aufgehoben, und umgekehrt (wie sich dies nach dem Tode in Folge des Verlustes des Tonus zeigt). Natürlich sind nicht alle Gewebe unseres Körpers in gleichem Grade porös; einige lassen Flüssigkeiten mit Leichtigkeit durch sich hindurchtreten, andere können nur nach längerer Zeit und unter einem mehr oder weniger starken Drucke von Flüssigkeiten durchdrungen werden; auch sind nicht alle Flüssigkeiten jedes Gewebe gleich gut zu durchdringen im Stande.

Capillarität (s. S. 31). Die Haarröhrchenanziehung zeigt sich im menschlichen Körper vorzugsweise in den feinsten Aestchen (Capillaren) der Blut- und Lymphgefässe, sowie in den Drüsenröhrchen. Es haben diese Kanälchen aber weiche und poröse Wandungen, nebst einer ausserordentlichen Glätte und vollkommen gleichartigen Benetzung ihrer Innenfläche, so dass hier die Capillarattraction leicht (durch einen Druck von hinten oder einen Zug von vorn her) überwunden werden kann. Mit dem Dichterwerden des Inhaltes aber (wodurch die Adhäsionsverhältnisse zwischen Flüssigkeit und Innenfläche der Röhrchenwand verändert werden) und der ungleichförmigen Benetzung der letztern, sowie mit dem Starrwerden und dem Verluste der Porosität der Capillarwandungen wächst die Haarröhrchenanziehung. Die kleinsten Röhrchen saugen Flüssigkeiten stärker an und halten sie mit bedeutenderer Tenacität als grössere Röhren. Auf diese Art kann man sich etwa

den Eintritt des Chylus in die innerhalb der Darmzotten gelegenen, klappenlosen Anfänge der Saugadern erleichtert denken. Deshalb kann das Blut nach dem Tode aus den Arterienverzweigungen entweichen, während es in den Capillaren der feinern und feinsten Blutgefässnetze zurückgehalten wird. Uebrigens sind nur mit grosser Vorsicht die Capillarverhältnisse der starren gläsernen Röhren auf die Gefässchen und Kanälchen des lebenden Organismus überzutragen, weil, selbst abgesehen von der Weichheit und Nachgiebigkeit der Röhren unseres Körpers, diese fast nie leer und offen sind, sondern eine Flüssigkeitssäule in und vor sich haben und weil in ihnen alle störenden Verhältnisse der Adhäsion und der Reibung möglichst fehlen *(Valentin)*. Weiteres s. später bei der Bewegung von Flüssigkeiten.

Imbibition (s. S. 32), **Transsudation** und **Enosmose** (s. S. 33). Der ganze organische Stoffwechsel (die Ernährung, Aufsaugung und Absonderung) beruht wohl, ausser auf chemischen Vorgängen, zum grössten Theile auch auf der Eigenschaft der organischen Theile, tropfbare und elastische Flüssigkeiten in sich aufzunehmen und unter Umständen in verschiedener Weise durch sich hindurchtreten zu lassen. Leider ist man aber gegenwärtig noch nicht im Stande, die verwickelten Erscheinungen des Stoffwechsels einzig und allein auf chemisch-physikalische Gesetze reduciren zu können, doch wird dies höchst wahrscheinlich später noch möglich werden. Die wichtigsten Fragen, woher es komme, dass aus einem und demselben Blute bei seinem Durchgange durch verschiedene Organe verschiedene Stoffe in die Gewebtheile transsudiren, dass jedes Secret seine eigenthümliche Beschaffenheit, jeder organische Elementartheil im gesunden Zustande die Kraft hat, nur die ihm entsprechenden Bestandtheile dem Blute zu entziehen und zum Theil auch chemisch zu verändern, diese Fragen lassen sich zwar jetzt noch nicht sicher beantworten, doch lässt sich darüber eine nicht ganz ungenügende Antwort durch Hinweisung auf analoge Verhältnisse der Imbibition und Enosmose ertheilen. *Vierordt* spricht sich hierüber so aus: „wenn wir das Absorptionsvermögen der Membranen für verschiedene Flüssigkeiten sehr verschieden gefunden, wenn wir ferner gesehen haben, dass die Art und die Stärke der Enosmose sich wesentlich nach der Beschaffenheit der Zwischenwand richtet, und dass bei der Enosmose die Lösungen nicht *in toto* übergehen, so haben wir wenigstens allgemeine Anhaltepunkte, welche uns darauf hinweisen, dass bei den Vorgängen der Transsudation die Natur der Scheidewand von bestimmendem Einfluss ist, und eine Analogie mit den Erscheinungen im Organismus, wo wir ebenfalls bemerken, dass das Blut nicht in Substanz und unverändert in die Organe übergeht. Wir brauchen deshalb unsere Zuflucht nicht zu einer instinctmässigen Auswahl der Stoffe zu nehmen. — Die Se- und Excretionen als blosse Ausscheidungen, Filtrirproducte aus dem Blute zu betrachten, ist im Allgemeinen nicht gestattet, denn wir finden bekanntlich manche Stoffe in den Ausscheidungen, die im Blute nicht vorhanden sind. Doch unterliegt es keinem Zweifel, dass nicht wenige Bestandtheile der Ausscheidungen von diesem einfachen Gesichtspunkte aus zu betrachten sind, denn wir sehen, dass dieselben bei ihrem Durchgange durch das Secretionsorgan keine chemischen Veränderungen erleiden und dass die Quantität ihrer Ausscheidung von der Blutmischung abhängig ist. Vergleichen wir die chemische Zusammensetzung der Aussonderungen mit der Blutmischung, so finden wir hinsichtlich des Durchlassungsvermögens der einzelnen Secretionsorgane für die verschiedenen transsudirenden Bestandtheile die enormsten Differenzen, indem in jedem speciellen Absonderungsorgane gewisse Stoffe im Vergleich zu ihrem Vorkommen im Blute in unverhältnissmässig grösseren Proportionen austreten als andere. Es scheint ein allgemeines Gesetz zu sein, dass den jeder Secretion eigenthümlichen Bestandtheilen auch das grösste Durchlassungsvermögen gestattet ist. Es ist schwer, diese Thatsache ohne die Annahme einer besondern chemischen Verwandtschaft dieser specifischen Secretionsstoffe zu der Drüsensubstanz einzusehen. — Sowie der Concentrationsgrad der Flüssigkeiten auf die Stärke der Enosmose von Ein-

fluss ist, so muss auch die Proportion, in welcher ein Stoff im Blute vorkommt, auf dessen Ausscheidung von Einfluss sein. Wir haben ferner die Beziehungen des Blutes zu den Körpertheilen in der Art aufzufassen, dass wir eine gegenseitige Attraction zwischen den einzelnen Bestandtheilen des Blutes und des Parenchyms annehmen müssen, sowie es eine Attraction zwischen zwei durch eine Membran geschiedene Salzlösungen gibt. Diese gegenseitige Attraction ist die Folge der chemischen Differenz beider Theile, wodurch das Bestreben entsteht, diese Differenz auszugleichen; der Vorgang wird modificirt von dem Durchlassungsvermögen der Theile für die Blutbestandtheile, gerade wie bei der Enosmose. Die Verhältnisse des Organismus begünstigen übrigens bei den Vorgängen der Ernährung und der Secretion den Strom von den Capillargefässen nach aussen, während sie den Strom in umgekehrter Richtung erschweren, und zwar aus dem Grunde, weil der Druck, unter welchem das Blut in den Capillargefässen circulirt, die Spannung der in den Organen enthaltenen Ernährungsflüssigkeiten um etwas übertrifft, sowie auch der Druck, unter welchem die Lymphe in ihren feinsten Gefässen fliesst, geringer ist, als der Blutdruck in den Capillargefässen. Beide Momente begünstigen somit das Austreten von Plasma aus den Haargefässen. Die Stoffe, welche aus dem Blute transsudiren, hängen demnach in Quantität und Qualität ab von der chemischen Zusammensetzung des Organtheiles und der Lymphe und von der Spannung, unter welcher beide stehen. Es ist somit das einfache Bestreben zur Ausgleichung der chemischen Differenzen und des Druckes, welches den Stoffwechsel vermittelt. — Der Stoffwechsel der tropfbaren Flüssigkeiten und der in denselben gelösten Stoffe gehorcht denselben Gesetzen, die wir hinsichtlich des Austausches der gasförmigen Bestandtheile des Organismus kennen. Hat ein Organtheil durch verstärkte Functionsäusserung eine stärkere Stoffmetamorphose erlitten, hat sich in deren Folge eine grössere Kohlensäurequantität gebildet, so wird dieses Plus von Kohlensäure mit um so grösserer Energie in das Blut übergehen; ebenso wird der Defect an Bestandtheilen des Organtheiles, welcher durch die Zunahme der Stoffmetamorphose des Organs erfolgt ist, durch einen um so reichlichern Uebergang der erforderlichen Blutbestandtheile in das Parenchym ersetzt werden. Ist die Functionsäusserung des Organes gering, so wird auch seine Stoffmetamorphose weniger rapid sein; die Differenz zwischen Blut und Organ ist somit geringer und das letztere entzieht dem Blute verhältnissmässig weniger Bestandtheile. In Folge stärkerer Stoffmetamorphose des Organs ist aber die chemische Differenz zwischen Blut und Organ grösser; das Blut enthält alsdann verhältnissmässig viel mehr plastische Bestandtheile, woraus eine Vermehrung der Transsudation in das Parenchym als nächste Folge sich ergibt. Die chemische Constitution des Blutes und der Organe stehen sonach in inniger Wechselwirkung; der eine Factor kann keine, auch nicht die allergeringsten Veränderungen erfahren, ohne dass der andere an derselben sogleich Theil nimmt. In dem richtigen Verhältnisse beider Factoren beruht die Möglichkeit des normalen Stoffwechsels, der Gesundheit. Eine Blutmischung, die zu den Organen jetzt in richtigem Verhältnisse steht, kann zu einer andern Zeit eine krankhafte sein; eine Blutmischung, welche für das eine Individuum Gesundheit bedingt, kann in einem anderen bedeutende Gesundheitsstörungen hervorrufen. Sonach kann der Begriff der krankhaften Mischung des Blutes kein absoluter sein, sondern nur relative Geltung haben. Man kann nur, wenn die ungewöhnliche Blutmischung gewisse Gränzen überschreitet, behaupten, dass dieselbe absolut krankhaft sei (Dyskrasie), die pathische Bedeutung vieler andern Blutkrasen ist nur nach den speciellen Verhältnissen, nach dem gleichzeitigen Zustande der Organe zu würdigen. — Die auf physikalisch-chemischen Gründen beruhende Attraction des Blutes durch die Organe ist ein Unterstützungsmittel und Regulator des Capillarkreislaufes; die Gesetze der Enosmose sind auch für die Physiologie der Circulation des Blutes von Bedeutung. Jeder Körpertheil, der momentan eine stärkere Stoffmetamorphose erleidet, wo also eine grössere Differenz des

Druckes und der Mischung zwischen Blut und Organ existirt, muss aus diesem Grunde auch einen stärkern Blutzufluss empfangen. Ja die Attraction zwischen Blut und Parenchym kann so sehr gestört werden (durch Aufnahme ganz fremdartiger Stoffe in das Blut oder Parenchym), dass der normale Stoffwechsel gänzlich verändert wird und dass eine momentane oder dauernde Stockung des Blutes in den Capillaren eintreten kann.

Liebig macht auf eine sehr beachtenswerthe, mit den Erscheinungen der Enosmose im Zusammenhange stehende und durch dieselben erklärbare Thatsache bei der Darmresorption aufmerksam. Er sagt: die Schnelligkeit der Mischung zweier durch eine Membran getrennten Flüssigkeiten hängt ab von der Dicke der Membran und steht in geradem Verhältnisse zu der Schnelligkeit, mit welcher die in den Poren und an den beiden Flächen der Blase entstehende Mischung ihren Platz wechselt und die ursprüngliche Differenz in der Beschaffenheit der beiden Flüssigkeiten sich erneuert. Wenn wir uns eine Röhre denken, welche durch eine Membran gebildet (z. B. ein Darm) und mit Wasser gefüllt ist, und voraussetzen, dass um diesen Darm in Folge einer mechanischen Kraft ein Strom von salzhaltigem Wasser circulirt, so wird die Volumzunahme des Salzwassers (durch Uebergang einer entsprechenden Menge Wassers) in einer weit kürzern Zeit erfolgen müssen, als wenn sich das Salzwasser nicht in Bewegung befände. Die Uebergangsgeschwindigkeit wird mit der Differenz in der Beschaffenheit der beiden Flüssigkeiten abnehmen, sie wird im Anfange am grössten sein und mit der Verdünnung des Salzwassers (in dem Maasse als Wasser übergegangen ist) abnehmen. Es muss demnach die grösste Wirkung dauernd eintreten, wenn das zum Salzwasser übergegangene Wasser unaufhörlich wieder entfernt, wenn die Concentration des Salzwassers unverändert erhalten wird. Wenn wir uns hierzu denken, dass die Membran für die eine Flüssigkeit schwer durchdringlich sei, während sie die andere leicht in ihre Poren aufnimmt, und in Betrachtung ziehen, dass diese zweite Flüssigkeit bei ihrem Eintreten in die Poren der Blase, vermöge der Anziehung ihrer Wände, eine gewisse Geschwindigkeit empfängt, welche ihr gestattet, über die Punkte des Kanales oder der Poren hinauszugehen, so dass also diese Flüssigkeit die Poren ganz ausfüllt und mit der andern ausserhalb der Poren in directe Berührung gelangt, so muss, wenn diese zweite Flüssigkeit sich mit einer gewissen Geschwindigkeit an den Poren vorbei bewegt, die aufgesaugte Flüssigkeit während der Mischung ihr folgen, es muss ein rascher Uebergang dieser zweiten zu der ersten, eine wahre Aufsaugung wie durch eine Pumpe stattfinden. — Einen Apparat dieser Art in der vollkommensten Form stellt der Darmkanal dar. Er ist rings umgeben mit Blutgefässen; diese enthalten eine Flüssigkeit, für welche die Wände derselben im normalen Zustande weit weniger durchdringlich als für alle andern Flüssigkeiten des Körpers sind; das Blut bewegt sich in denselben mit einer gewissen Geschwindigkeit und es wird die Blutflüssigkeit durch einen besondern Apparat (die Harnwerkzeuge) stets auf einem nahe gleichen Zustande der Concentration erhalten. Alle in den Darmkanal gelangten Flüssigkeiten, insofern sie die Fähigkeit besitzen, von den Wänden des Darmkanals und der dahinter befindlichen Blutgefässe aufgenommen zu werden, mischen sich mit Schnelligkeit dem Blute bei, das Volum des Blutes nimmt, wenn keine Ausgleichung durch die Nieren stattfindet, zu, der Darm wird von den darin enthaltenen Flüssigkeiten entleert. Die Darmzotten, durch welche dieser Uebergang vermittelt wird, von denen jede einzelne einen solchen Saugapparat darstellt, enthalten im Innern 2 Systeme von Kanälen, die Blut- und Chylusgefässe; die Blutgefässe befinden sich der äussern aufsaugenden Oberfläche am nächsten, die Chylusgefässe nehmen vorzugsweise die Mitte der Darmzotte ein; die in beiden circulirenden Flüssigkeiten besitzen eine sehr ungleiche Geschwindigkeit, und da sich das Blut in den Blutgefässen weit schneller bewegt, so erklärt sich, woher es kommt, dass Flüssigkeiten des Darms vorzugsweise (in Quantität und Schnelligkeit) in die Blutcirculation aufgenommen werden. — Der Unterschied

in dem Aufsaugungsvermögen der Wände des Darmkanals für Flüssigkeiten, welche ungleich in ihrem Gehalte an gelösten Substanzen sind, lässt sich deutlich an der Wirkung beobachten, welche Wasser und Salzauflösungen auf den Körper ausüben. Nach dem Trinken einer grössern Quantität Wassers, dessen Salzgehalt geringer als derjenige des Blutes ist, wird sehr schnell die Harnmenge vermehrt; das Wasser geht in diesem Falle oft sehr schnell in das Blut über. Nach dem Trinken von Wasser, welches etwa $^3/_4$ bis 1 Proc. Kochsalz enthält (der ungefähre Salzgehalt des Blutes), tritt eine solche vermehrte Harnentleerung nicht ein; man kann von diesem Wasser aber auch viel weniger aufnehmen, als von reinem Brunnenwasser; es erzeugt ein Gefühl des Gefülltseins, Druck und Schwere im Magen, weil es sich hier mehr anhäuft, da es viel langsamer als das Brunnenwasser in die Blutgefässe aufgenommen wird. Trinkt man aber Salzwasser, dessen Salzgehalt grösser als der des Blutes ist, so tritt mehr oder weniger starkes Purgiren ein, dieses ist um so stärker, je concentrirter das Salzwasser ist. In gleicher Weise verhalten sich Salzauflösungen und Wasser, welche mittels Klystier in den Mastdarm eingebracht werden. Nicht alle Salze wirken in dieser Beziehung gleich; bei gleichen Gaben ist die purgirende Wirkung des Glauber- und Bittersalzes weit grösser, als die des Kochsalzes, und ihre Aufnahmsfähigkeit in die Substanz thierischer Membranen scheint mit dieser Wirkung im umgekehrten Verhältnisse zu stehen (sie zeigen ein höheres enosmotisches Aequivalent als Kochsalz). Der Einwurf, dass starke Lösungen anderer Substanzen (Gummi, Zucker), die ebenfalls dem Blute Wasser entziehen, nicht auch purgirend wirken, lässt sich dadurch widerlegen, dass dem Uebergange dieser Stoffe in das Blut, da sie in demselben sogleich eine Umsetzung erleiden und in der Blutmasse verschwinden, viel weniger eine Gränze gesetzt ist, als dem Uebergange der Salze. Es scheint überhaupt davon, ob die Stoffe im Blute verändert werden oder nicht, ihre leichtere oder schwerere Enosmose in das Blut zum Theil abzuhängen. Das salinische Purgirmittel entzieht übrigens dem Blute nicht blos Wasser, sondern auch eine nicht unbeträchtliche Menge Eiweiss. — Die Frage, warum nach reichlicher Mahlzeit einer weitern Aufnahme von Nahrungsmitteln eine Gränze gesetzt ist und der Ueberschuss mit den Excrementen unverbraucht abgeht, beantwortet *Vierordt* dahin, dass durch die Stoffaufnahme die Blutmasse vermehrt ist, was ohne Zweifel einen stärkern Druck auf die Gefässwandungen zur Folge hat, wodurch der Uebergang von Stoffen in die Gefässe erschwert ist, dass ferner durch die Schwängerung des Blutes mit gewissen Stoffen die weitere enosmotische Aufnahme derselben verhindert ist. (Weiteres s. bei den einzelnen Processen.)

Wie die Kälte die Stärke der Enosmose vermindert, so scheint dasselbe Moment auch im Organismus von Wirksamkeit zu sein. Der geringe Stoffwechsel bei den kaltblütigen Thieren lässt sich vielleicht daraus erklären. Ebenso hängt die Blutarmuth von Organen, auf welche die Kälte eingewirkt hat, abgesehen von der Contraction der kleinen Gefässe durch die Kälte, zum Theil wahrscheinlich auch von der gestörten Enosmose und dem dadurch verminderten Stoffwechsel ab *(Vierordt)*.

d. **Zusammendrückbarkeit** (Compressibilität), d. i. die Eigenschaft der Körper, sich auf ein kleineres Volumen zusammenpressen zu lassen, kommt den thierischen Geweben, da die meisten von ihnen einen sehr lockern Bau haben, in hohem Grade zu. Durch Druck verlieren dieselben ihre parenchymatöse Flüssigkeit, werden blutärmer, härter und dichter, die Stoffmetamorphose geht schlechter oder gar nicht mehr vor sich, und so müssen die zusammengedrückten Theile endlich atrophiren oder absterben. Bei fortgesetztem Drucke wird endlich durch die erzeugte grössere Härte des gedrückten Theiles und den dadurch hervorgerufenen bedeutenderen Widerstand gegen den ferner noch einwirkenden Druck der Nachtheil desselben verringert oder selbst aufgehoben. — Flüssigkeiten sind im Allgemeinen weit we-

niger compressibel als feste Körper, während Luft und Gase überhaupt am leichtesten zusammenzudrücken sind.

e. **Elasticität** (abhängig von der Verrückbarkeit der Theilchen eines Körpers und die Eigenschaft der Körper, ihren ursprünglichen Zustand wieder anzunehmen, wenn die Ursache zu wirken aufhört, welche ihre Form oder ihr Volumen änderte) kommt vorzüglich der Luft und überhaupt den Gasen, weniger den Flüssigkeiten zu (weil ihre Theilchen eine geringe Anziehung zu einander haben); von den festen Körpern, die übrigens Elasticität in sehr verschiedenem Grade besitzen, gibt es keinen, der so elastisch wäre wie die Gase. Die weicheren Substanzen unseres Körpers sind meist alle mehr oder minder elastisch; sie mussten, um das zu ihrer regelrechten Thätigkeit nothwendige Verhältniss ihrer Gestalten zu bewahren, die Fähigkeit besitzen, jede Veränderung ihrer Form, welche bei dem geringen, durch ihre Cohäsion bestimmten Widerstand schon bei minder bedeutenden Graden von Druck oder Zug eintritt, plötzlich oder allmälig wieder auszugleichen. Bei vielen von ihnen wird die Elasticität noch durch contractile (Muskel-) Fasern unterstützt, deren Zusammenziehung vom Nervensystem abhängig ist und als lebendige (vitale) Contractilität bezeichnet wird. Uebrigens besitzen auch die härtesten Gewebe unseres Körpers, selbst der so spröde Zahnschmelz, innerhalb einer gewissen Gränze ein Quantum von Elasticität. Mit dem Grade der Elasticität eines Theiles scheint die Fähigkeit desselben in Schwingungen zu gerathen, welche bei einer gewissen Schnelligkeit als Schall und Ton wahrgenommen werden, zusammenzuhängen. Viele organische Theile besitzen die nöthige Elasticität, um in Schwingungen versetzt werden zu können, allen aber lässt sie sich durch Spannung mittheilen. — Die Elasticität wird noch bei verschiedenen Thätigkeiten unseres Körpers mit in Anwendung gebracht. So dient sie zur Mässigung des Druckes (weil ein elastischer, momentan nachgebender Körper die Fortpflanzung des Druckes erschwert), wie bei den Fettpolstern und Knochenüberzügen; sie erzeugt eine gewisse Druckkraft beim Zurückkehren ausgedehnter elastischer Körper zu ihrem frühern Volum, wie bei den Gefässwänden, Rippenknorpeln, cavernösen Körpern des Penis; sie erlaubt Behältern mit elastischen Wänden eine verschiedene Menge von Inhalt zu fassen; sie erleichtert die Functionen der Klappen (Ventile). — Verlust an Elasticität wird zu Stande kommen, wenn Theile an Flüssigkeit oder Gasen ärmer werden, wenn sie sich mit weniger elastischen Stoffen schwängern, härter werden und eine andere chemische Mischung erhalten; bei zu starker Ausdehnung, zu niedriger Temperatur, Verkleinerung der Oberfläche, zu starker Verkürzung von Fäden bei Verflechtung derselben u. s. f.

f. **Expansion** und **Dehnbarkeit**. Die Expansion (d. i. die Eigenschaft der Körper, sich unter dem Einflusse der Wärme zu vergrössern und sich wieder zusammenzuziehen, wenn sie erkalten, bei denselben Wärmegraden aber stets dieselben Dimensionen zu haben) zeigt sich deutlich auch an den Theilen unseres Körpers. Das vorzüglichste Moment der Ausdehnung der im Körper befindlichen elastisch-flüssigen Substanzen bildet die höhere Eigenwärme, von welcher alle Theile, mit Ausnahme der stärker verhornten Partieen durchdrungen sind. (Die ausgeathmete Luft ist deshalb ausgedehnter als die eingeathmete.) Aehnliches gilt auch für die tropfbaren Flüssigkeiten (sie müssen sich im lebenden Organismus expandirter und daher leichter, als in der erkalteten Leiche, vorfinden). Dass auch die Ausdehnung fester organischer Stoffe durch Erhöhung der Temperatur zunimmt, ist gewiss, doch lässt sich auf die durch die thierische Wärme nothwendig bedingte Expansion bei Beurtheilung der Thätigkeiten kein so grosser Werth legen, da die gleichen Functionen auch bei kaltblütigen Thieren vor sich gehen und die durch die Eigenwärme bedingte Volumsvergrösserung doch verhältnissmässig nur gering ist. Alle halbweichen und festeren Theile unseres Körpers besitzen einen über ihre Elasticitätsgränze hinausgehenden grösseren oder geringeren Grad von **Dehnbarkeit** (die verschiedenen Gewebe setzen der

sie treffenden Dehnung eine verschiedene Widerstandskraft entgegen). Dieser ist entweder für gewisse beständige Zwecke berechnet oder er macht es möglich, dass etwa momentan und ausnahmsweise einwirkende grössere, jedoch gewisse Gränzen nicht überschreitende Zug- oder Druckkräfte die Continuität der Gewebelemente nicht stören (wie bei der Ausdehnung der Haut, der Gelenkbänder). Wie aber alle Körper bei plötzlichem Drucke oder bei raschem Ziehen eher, als bei langsamem, allmäligem und gleichartig vertheiltem, brechen oder reissen, so finden wir ganz das Gleiche auch bei den verschiedenen Theilen unseres Organismus. Werden feste physikalische Körper über ihre Elasticitätsgränze hinaus, ohne zu reissen, ausgedehnt, so ist eine constante Verlängerung derselben die Folge dieser Einwirkung. Dagegen können bei vielen, wahrscheinlich bei allen Theilen unseres Organismus, Missstände dieser Art früher oder später (durch die lebendige Contractilität) wieder ausgeglichen werden. *(Valentin.)*

II. **Gleichgewicht; Schwere; Schwerpunkt.** Man bezeichnet durch den Ausdruck Gleichgewicht den Zustand von Ruhe eines Körpers, welcher durch das gegenseitige Aufheben (Compensation) mehrerer auf den Körper einwirkender Kräfte hervorgebracht wird. Der einfachste Fall von Gleichgewicht ist der zweier gleichen Kräfte (welche, nach entgegengesetzten Richtungen auf Einen Punkt wirkend, sich compensiren). Dieselben müssen aber durchaus einander direct entgegengesetzt angebracht sein; denn so wie ihre Richtungen einen Winkel mit einander bilden, findet ein theilweises Zusammenwirken derselben statt, und der Punkt wird in der mittlern Linie zwischen ihren beiderseitigen Richtungen fortbewegt (Parallelogramm der Kräfte). Sind die Kräfte ungleich, so liegt natürlich die Richtung, in welcher sich der Punkt fortbewegt, immer der Richtung der stärkern Kraft näher. Wirken mehrere Kräfte (ein System von Kräften) in derselben Richtung auf einen Punkt, so ist die Gewalt, mit welcher dieser bewegt wird, der Summe der einzelnen Kräfte gleich. Wie viele Kräfte aber auch auf einen Punkt wirken mögen, welches auch ihre Richtung sein mag, so werden sie dem Punkte doch nur eine einzige Bewegung in einer bestimmten Richtung mittheilen. Es lässt sich demnach eine Kraft denken, welche für sich allein dieselbe Wirkung hervorzubringen im Stande ist, welche also das ganze System jener Kräfte ersetzen kann; sie führt den Namen der Resultirenden.

Wie in der unorganischen Natur, so spielen auch im menschlichen Organismus die Gesetze der Statik (d. i. derjenige Theil der Mechanik, der die Bedingungen auszumitteln sucht, unter denen bei festen, flüssigen oder luftförmigen Körpern Gleichgewicht stattfindet) und der Dynamik (welche die Gesetze der Bewegungen sucht, welche auftreten, wenn den Bedingungen des Gleichgewichts nicht genügt ist) in sehr vielen Verhältnissen, besonders bei der Muskelthätigkeit, eine bedeutende Rolle. So heben sich im menschlichen Körper ebenfalls entgegengesetzte Kräfte auf; lassen wir z. B. unsere Beuge- und Streckmuskeln zugleich in Wirksamkeit treten, so bleiben unsere Glieder in Ruhe. Durch verstärkte Thätigkeit einzelner Muskeln oder durch Contraction mehrerer, welche dieselbe Bewegung hervorrufen, lässt sich die Bewegung in dem Maasse, als wir die Kräfte vermehren, verstärken. Auch das Gesetz des Parallelogramms der Kräfte findet in vielen Fällen vollkommene Anwendung. Es heften sich z. B. die Muskelfasern von Knochen, Sehnen u. dergl. meistentheils schief, d. h. in einer Diagonalrichtung an, damit so nach dem Gesetze des Parallelogramms der Kräfte ebensoviel geleistet werde, als gingen zwei Muskelfasern unter rechten Winkeln von ein-

ander ab und als existirte die wahrhaft hergestellte Muskelfaser unter einem Winkel von 45° zwischen beiden. Es wird auf diese Weise an Masse des Materials gewonnen, ohne dass an Wirkung etwas verloren geht; es werden dadurch ganze Muskeln für gewisse Bewegungen, die so durch Antagonisten bewerkstelligt werden (wie die Ab- und Adduction der Hand und des Fusses), erspart. Wo ein möglichst starker Effect auf eine kleine Stelle concentrirt werden soll, convergiren die Muskelfasern nach diesem hin oder setzen sich schief an beiden Seiten einer Sehne an, um nach dem Parallelogramm der Kräfte die Wirkung zu concentriren, oder sie gehen zu einem ähnlichen Zwecke von aussen nach innen allmälig in die Sehne über, so dass die äussern Sehnenfasern länger als die innern sind.

Schwere, d. i. das Streben eines Körpers, nach dem Mittelpunkte der Erde zu fallen, eine Wirkung der Anziehung, welche die Erde als grosse Masse gegen kleinere Massen äussert. Wird ein Körper durch irgend ein unbewegliches Hinderniss am freien Falle gehindert, so gibt sich jenes Streben dazu noch durch den Druck zu erkennen, welchen er gegen dieses Hinderniss ausübt und welchen man sein Gewicht nennt. Die Schwere oder Schwerkraft ist also die Elementarkraft, welche auf alle Theilchen der Materie überhaupt wirkt, während das Gewicht eines Körpers die Summe der Wirkungen ist, welche die Schwere auf diesen Körper insbesondere ausübt. Die einzelnen Kraftäusserungen der Schwere an den verschiedenen Punkten desselben Körpers lassen sich zu einer einzigen Mittelkraft zusammensetzen, die immer durch einen und denselben Punkt seiner Masse gehen wird. Diesen Mittelpunkt der Kräfte nennt man Schwerpunkt (Mittelpunkt der Schwere), und dieser, in welchem also die ganze Schwere des Körpers vereinigt gedacht werden kann, braucht nur allein unterstützt zu werden, wenn ein schwerer Körper nicht fallen, wenn derselbe im Gleichgewichte sein soll.

Da der Mensch auf dieselbe Art wie alle anderen Körper unseres Erdballes der Anziehungskraft des Mittelpunktes unserer Erde unterworfen ist, so müssen natürlich die Gesetze der Schwere ihre Wirkung auch auf ihn in jeder Hinsicht ausüben. In allen Lagen drückt der Mensch, gleich allen andern Körpern, in einem seinem Gewichte entsprechenden Grade auf die Unterlage, auf welcher er sich befindet; hat daher der Boden nicht Tragkraft genug, so brechen wir durch. Es müssen ferner alle einzelnen Theile unseres Körpers gegen einander ihren gegenseitigen Gewichten nach gravitiren. Alle mechanischen Veränderungen, welche in unserm Organismus auftreten, bringen, vermöge der weisen Anwendung des Princips der Schwere, mit dem geringsten Aufwande von Masse und Kraft die möglichst grössten Wirkungen hervor. Da aber unser Körper bei seinen mannichfachen Verrichtungen sehr verschiedene Stellungen annimmt, so hat die Natur nur solche Thätigkeiten, welche entweder blos bei einzelnen entsprechenden Lagen eintreten oder auch bei den verschiedensten Positionen ihre physikalisch bedingenden Momente beibehalten oder deren Veränderlichkeit nur von untergeordneter Bedeutung ist, den blossen Folgen der Gravitation überlassen. An vielen Stellen, wo scheinbar die Schwere allein wirken konnte, sind noch Muskelkräfte angebracht, um die nothwendige Sicherheit und eine gleichartige Wirkung zu erzielen. Hier und da mussten, um bestimmte Thätigkeiten und Apparate zu Stande zu bringen, die Verhältnisse der Schwere gänzlich oder in möglichst hohem Grade neutralisirt werden. Auch gibt es Einrichtungen, welche nicht sowohl constanten, als temporären und daher auch mehr variabeln, durch die Schwere bedingten Störungen vorzubeugen bestimmt sind. Bei manchen Thätigkeiten bedingen die durch keine organische Gegenwirkung

neutralisirten Momente der Schwere Veränderungen einzelner Erscheinungen. Die Lehre vom Schwerpunkte erleidet eine beständige Anwendung in der Theorie der Bewegungen unsers Körpers und findet auch im gewöhnlichen Leben unaufhörliche, wenn gleich unbewusste Befolgung, wie z. B. beim Lasttragen, Balanciren, Seiltanzen, Schlittschuhlaufen u. s. f. Wir finden ferner eins der Grundgesetze der Mechanik, dass wenn ein Körper auf irgend einer Fläche feststehen soll, eine verticale Linie, welche von dem Schwerpunkte aus gezogen wird, auf diese Unterstützungsfläche fallen muss, für alle Veränderungen der Lage und Stellungen des Menschen gültig. Untersuchen wir die Stelle, wo bei dem stehenden oder gehenden Menschen die Verticale vom Schwerpunkte aus auf den Boden fällt, so zeigt es sich, dass sie immer die Unterstützungsfläche trifft. Daher sind besondere Bewegungen nöthig, sobald aus irgend einer Ursache der Schwerpunkt verrückt wird, wie durch Belastung des Rückens oder eines Armes; in dem einen Falle biegen wir uns nach vorne, in dem andern auf die entgegengesetzte Seite, um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt der Last und unseres Körpers wieder in die richtige Lage zur Unterstützungsfläche zu setzen. Durch die symmetrische Anordnung unseres Körpers ist das Princip des Schwerpunktes mit der höchsten Vollkommenheit in Anwendung gebracht. Auch findet dasselbe bei den mannichfachsten Krankheitszuständen seine Anwendung, wie bei Krümmung der Wirbelsäule, beim Fehlen oder Unbrauchbarsein grösserer Glieder u. s. w.

[Weiteres s. später bei den Bewegungen in der Myologie.]

Hebel. — Unter Hebel (physischen, materiellen, welcher die einfachste, aber wichtigste mechanische Potenz ist) versteht man im Allgemeinen einen geraden oder gekrümmten, unbeugsamen Stab (eine Linie beim mathematischen Hebel), der in einem Punkte so unterstützt ist, dass er sich um diesen frei drehen kann, während der Punkt selbst unverrückbar ist. Dieser Punkt heisst der Stützpunkt, Hypomochlion (Ruhe- oder Drehpunkt); der zwischen diesem Punkte und dem Ende des Stabes befindliche Theil ist der Hebelarm (so dass es doppel- und einarmige, gleich- und ungleicharmige Hebel gibt). Eine jede Kraft, welche auf einen beliebigen Punkt des Hebels wirkt, strebt den Hebel um den Stützpunkt zu drehen, und das Gleichgewicht kann nur dadurch hergestellt werden, dass eine andere in derselben Ebene wirkende Kraft eine Drehung nach entgegengesetzter Richtung hervorbringend, die Wirkung der erstern aufhebt. Es kommen deshalb beim Hebel 3 Punkte in Betracht, nämlich der Stützpunkt, dann der Angriffspunkt der Last (Lastpunkt), und endlich der Angriffspunkt der Kraft, welche der Last das Gleichgewicht halten soll (Kraftpunkt). Man pflegt einen Hebel einen Traghebel zu nennen, wenn der Stützpunkt zwischen die Last und die Kraft fällt; einen Druck- oder Zughebel, wo die Last zwischen dem festen Punkte und der Kraft sich befindet; einen Wurfhebel, wenn die Kraft zwischen dem Hypomochlium und der Last liegt; einen Winkelhebel, wenn beide Hebelarme nicht in einer geraden Linie liegen, sondern einen Winkel bilden, dessen Scheitelpunkt in dem Unterstützungspunkte liegt. Als mechanisches Gesetz für den Hebel gilt, dass sich die Kraft zur Last, wie umgekehrt die Entfernung vom Ruhepunkte verhält; je weiter die Kraft vom Ruhepunkte entfernt ist, um eben so viel geringer braucht sie zu sein. Dieses Gesetz (dass am Hebel die Kräfte sich umgekehrt wie die Entfernungen verhalten) ist überall

gültig, wo eine Drehung um einen Ruhepunkt stattfindet und nach demselben braucht man in der 10fachen Entfernung nur ein Zehntel der Kraft anzuwenden, die man in der einfachen Entfernung anwenden müsste. Doch ist nicht zu vergessen, dass, was man beim Hebel an Kraft gewinnt, an Schnelligkeit verloren geht, da der Weg der Last mit dem Wege der Kraft im Verhältniss der Länge der zugehörigen Hebelarme steht.

Im menschlichen Körper finden die Gesetze des Hebels in den Bewegungsorganen vielfache Anwendung. Der gewöhnlichste von den Knochen und Muskeln gebildete Hebel ist ein Wurfhebel (d. i. ein einarmiger Hebel, an welchem die Kraft, d. h. der Muskel, zwischen dem Stütz- oder Drehpunkte und der Last angebracht ist), welcher eine sehr ausgedehnte und schnelle Bewegung gestattet, aber viel Kraft erfordert. Die Stelle, wo der Knochen eingelenkt ist, kann als Stützpunkt (Hypomochlium) und sein unteres, dem obern Gelenke entgegengesetztes Ende als Anhängepunkt der Last betrachtet werden; zwischen beiden befindet sich da, wo ein ihn bewegender Muskel sich an ihn ansetzt, der Anhängepunkt der Kraft. Der Muskel selbst ist als die in der Richtung des Muskels wirkende Kraft anzusehen. Weit seltener kommt ein Zughebel (d. i. ein einarmiger Hebel, an welchem die zu bewegende Last zwischen Ruhepunkt und bewegender Kraft liegt) vor, nur bei den den Fuss streckenden Wadenmuskeln; oder ein ungleicharmiger Traghebel (d. i. ein doppelarmiger Hebel, an dem sich das Hypomochlium zwischen Last und Kraft befindet). Letzterer kommt vielleicht nur etwa bei den Bewegungen des Augapfels vor; denkt man sich nämlich denjenigen Punkt des Auges, der bei allen seinen Bewegungen fix bleibt, einerseits mit dessen Schwerpunkte, andrerseits mit dem Anheftungspunkte eines oder des andern seiner Muskeln durch gerade Linien verbunden, so ergibt sich daraus die Construction eines zweiarmigen Winkelhebels. — Bei der Anordnung der Muskeln ist also, wie aus den im Körper vorkommenden Hebelarten ersichtlich ist, nicht der Zweck verfolgt, mit kleiner Kraft grosse Lasten zu heben, sondern die Kraft so anzuwenden, dass durch sehr geringe Verkürzung oder Verlängerung des die Kraft ausübenden Muskels die Glieder einen bedeutenden Weg durchlaufen. Fast überall findet sich nämlich die Insertionsstelle der Muskeln dem Ruhepunkte näher, als dem Anhängepunkte der Last, folglich ungünstig für die Hebelbewegung, da so ein grosser Theil der wirklich vorhandenen Muskelkraft verloren gehen muss. Dieses ungünstige Verhältniss wird noch dadurch vermehrt, dass die Muskeln sich meistens unter einem sehr schiefen Winkel an den Knochen ansetzen, wodurch die Entfernung der Kraft vom Ruhepunkte noch mehr vermindert wird. Obgleich bei dieser Einrichtung, welche nach einem Gesetze, welches man das *Borelli*sche nennt (dass die Muskeln für die Ausübung der Kraft ungünstig gelagert sind, also immer eine viel grössere Kraft im Muskel wirken muss, als die aufzuhebende Last an sich erforderte), getroffen ist, eine Menge von Kraft verloren geht, so wird dafür eben so viel an Geschwindigkeit gewonnen, indem durch eine kleine Bewegung des obern in der Nähe des Hypomochlium gelegenen Knochenendes eine grosse und schnelle des untern veranlasst wird. Ausserdem ist aber auch durch diese Art der Anheftung der Muskeln bedeutender Raum erspart worden und die Glieder konnten eine bessere Proportion erhalten. — *Borelli* gibt über die Beuger des Vorderarms Folgendes an: wenn man den Arm so ausstreckt, dass eine Beugung des Ellenbogens den vordern Theil des Armes hinaufwärts bewegen würde, so kann ein kräftiger Mann an den Fingerspitzen eine Last von 26 ℔ tragen, zu denen man noch wegen des Gewichtes des Vorderarmes 2 ℔ hinzurechnen muss. Bei dieser Lage des Armes erhalten der *m. biceps* und *brachialis internus*, welche in einer sehr schiefen Richtung ziehen, das Gewicht und diese müssen nach *Borelli's* Berechnung gleich 560 ℔ wirken. Wenn ein Mann, der selbst

180 ℔ wiegt, noch 200 ℔ auf dem Nacken trägt, und während der eine Fuss gehoben wird, mit etwas gebogenem Knie ganz auf dem andern Fusse ruht, so sollen die Strecker des Knies eine Kraft von 2280 ℔ ausüben.

[Weiteres über die Art der Muskelwirkung s. später in der Myologie.]

III. **Bewegung; Reibung.** Um die Materie in Bewegung zu setzen, bedarf es stets einer Kraft; durch sich selbst kann ein Körper weder den Zustand der Ruhe, noch auch den der Bewegung verändern, d. i. das Gesetz der Trägheit. Nach diesem Gesetze muss sich ein Körper, welcher einmal eine Bewegung hat, fortwährend nach derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit bewegen, es müsste denn ausserdem noch eine zweite Kraft auf ihn wirken, welche entweder seine Richtung allein, oder seine Geschwindigkeit allein, oder beide zugleich ändert. Wenn wir sehen, dass eine Bewegung zu- oder abnimmt, dass sie aufhört oder auf irgend eine andere Weise verändert wird, so können wir überzeugt sein, dass irgend eine Ursache diese Veränderung hervorgebracht hat. Die meisten Kräfte, welche die Körper in Bewegung setzen, wirken direct nur auf einen kleinen Theil der Molecule, aus welchen die Körper bestehen. Dessenungeachtet bewegen sich alle Theile des Körpers, und es muss sich demnach die Bewegung durch Mittheilung auf alle Molecule gleichmässig vertheilen. Damit nun die Bewegung von einem Molecul zum andern übergehe und sich über die ganze Masse verbreite, ist eine bestimmte kurze Zeit erforderlich, die jedoch nicht unendlich klein ist. Sie hängt von der Masse und Natur des Körpers ab; eine absolut momentane Fortpflanzung der Bewegung gibt es aber nicht (selbst die Muskelbewegung ist nicht so schnell wie der Gedanke). Eines der Grundprincipien der Mechanik ist ferner, dass dieselbe Kraft, auf verschiedene Körper wirkend, ihnen Geschwindigkeiten mittheilt, welche sich umgekehrt wie ihre Massen, d. h. umgekehrt wie die Quantitäten der Materie verhalten, aus welchen sie bestehen. — Ein Widerstand, welcher fast auf alle Bewegungen einen bedeutenden Einfluss ausübt, ist die Reibung (Friction), eine Kraft, die zwei mit ebenen Flächen über einander liegende Körper mit einer gewissen Stärke zusammenhält und ein Hinderniss abgibt, dass sie frei mit den sich berührenden Oberflächen über einander hingleiten. Sie rührt nach den Meisten daher, dass die Erhabenheiten einer jeden der über einander hingleitenden Flächen in die Vertiefungen der andern eingreifen und bei der Bewegung entweder der eine Körper über die Unebenheiten des andern hinweggehoben werden muss, oder die hervorragenden Theilchen von der Masse ihres Körpers abgerissen werden müssen. Nun sind aber auch die glattesten Flächen nicht ganz eben, selbst nicht die im menschlichen Körper, und deshalb kommt bei fast jeder Bewegung das Hinderniss, welches die Reibung erzeugt, in Betracht. Die Reibung ist natürlich nach Glätte und Verschiedenheit der Körper sehr ungleich, stärker ist sie zwischen Körpern, welche aus dem nämlichen Stoffe bestehen, als zwischen verschiedenartigen; auch kann durch eine zweckmässige Schmiere (wie im menschlichen Körper die Synovia ist) der Reibungswiderstand verringert werden. Man bezeichnet eine glei-

tende (wo die nämlichen Theile eines Körpers successiv über die verschiedenen Theile eines andern hingehen) und eine wälzende Reibung (wo ein runder Körper über eine Unterlage hinwegrollt, so dass also verschiedene Theile desselben Körpers successiv die verschiedenen Theile des andern berühren); bei der erstern ist die Reibung stärker. Die Stärke der Reibung ist übrigens stets der Last (dem Drucke) proportional, während die Grösse der reibenden Flächen keinen Einfluss darauf hat.

Pendelschwingung. Dieses ist die Bewegung, in die ein fester, schwerer, an einer befestigten Achse aufgehangener Körper (Pendel) geräth, wenn er von der Verticallinie (von der Lage, welche das Gleichgewicht fordert), wäre es auch nur ganz wenig, entfernt und dann sich selbst überlassen wird. Man nennt auch diese Bewegung, vermöge deren er von einer Seite der Verticale zur andern hin und zurück geht, und welche von verschiedener Dauer sein kann, die schwingende oder oscillirende (bestehend halb aus einer niedergehenden und halb aus einer aufsteigenden Oscillation); die Grösse des dadurch beschriebenen Bogens aber die Amplitude. Die Pendelschwingung, welche fortwährend in derselben Verticalebene bleiben muss, erklärt sich so: bringt man das Pendel aus seiner Gleichgewichtslage und lässt es dann los, so treibt die Schwere die Kugel herab, in Folge der erlangten Geschwindigkeit aber und nach dem Gesetze der Trägheit über die Verticallinie hinaus und wieder in die Höhe; beim Niedergang des Pendels nimmt seine Geschwindigkeit fortwährend zu, beim Aufsteigen nimmt sie dagegen ab, in dem Moment also, in welchem das Pendel die Gleichgewichtslage passirt, hat es seine grösste Geschwindigkeit. Die Bewegung des Pendels müsste immer fort dauern, wenn nicht die Reibung am Aufhängepunkte und der Widerstand der Luft wäre, welche die Kugel vor sich wegtreiben muss und welche es unmöglich macht, dass sie genau wieder bis zu der Höhe steigt, von welcher sie herabfiel. Die Dauer der Pendelschwingungen hängt nicht von der grössern oder geringern Abweichung von der Verticale ab, sondern von der Länge des Pendels und der Grösse der Schwerkraft, und zwar so, dass die Schwingungsdauer sich bei gleicher Schwerkraft wie die Quadratwurzel aus der Schwerkraft verhält. Demnach schwingt das Pendel desto langsamer, je länger es ist und je kleiner die Schwerkraft ist; die Schwingungszeiten sind gleich, man mag das Pendel grosse oder kleine Bogen durchlaufen lassen (Gesetz des Isochronismus).

Eine Anwendung der Pendelschwingungen findet auch im menschlichen Körper Statt; vorzüglich beim Gehen. Während des Gehens nämlich wird der Fuss aufgehoben, vorgeschoben und dadurch dem Körper der Impuls nach vorwärts mitgetheilt, dann festgestellt und damit der Körper wieder unterstützt. Das schwerste dieser Momente, welches auch offenbar die meiste Kraft erfordert, die Projection des Schenkels und des Körpers, erfolgt gerade mit der geringsten Muskelanstrengung. Der Schenkel ist nämlich so mit dem Becken verbunden, dass er, vom Boden aufgehoben, in pendelförmige Schwingungen geräth; wird nun der hintere Schenkel beim Gehen aufgehoben, so braucht er nur etwas gebogen zu werden und er kommt durch die Pendelschwingung so weit vor, als es nöthig ist, und wird er nun wieder gestreckt, so unterstützt er den Körper. Dadurch wird aber nicht allein die Ermüdung weiter hinaus geschoben, sondern die Schritte werden auch vollkommen gleichmässig, weil die Schwingungsdauer des Beines von der Länge desselben abhängt, ohne dass wir darauf irgend Aufmerksamkeit verwenden. — Man beobachtet ferner noch eine Menge von Bewegungen in unserm Körper, welche, ohne streng den Gesetzen der Pendelbewegung zu folgen, doch insofern sich derselben nähern, als bei ihnen ebenfalls die Theile nach beiden Seiten einer Lage, in der sie sich in der Ruhe befinden, hin und wieder schwingen. Man belegt diese, gewöhnlich schnell von Statten gehenden Be-

wegungen mit dem Namen der **Erzitterungen**, **Vibrationen**, **Schwingungen**.

Stoss der Körper. Wenn in Bewegung gesetzte Körper auf andere, etweder sich ebenfalls bewegende oder in Ruhe befindliche Körper stossen, so treten Erscheinungen ein, welche nach der Beschaffenheit und Geschwindigkeit der Körper, sowie nach der Richtung und Stärke des Stosses verschieden sind. — **Gerader Stoss unelastischer Körper.** Wenn zwei gleiche unelastische Körper mit gleichen Geschwindigkeiten einander so begegnen, dass die Richtungen ihrer Bewegungen einander genau entgegengesetzt sind, so werden diese Bewegungen im Zusammentreffen sich völlig aufheben. Ist die Masse des einen Körpers doppelt so gross, als die des andern, die Geschwindigkeit des kleinern aber doppelt so gross als die des grössern, so werden ebenfalls beide im Zusammentreffen alle Bewegung verlieren. Also: zwei in gerade entgegengesetzter Richtung auf einander treffende Körper zerstören ihre Bewegung gegenseitig ganz, wenn ihre Geschwindigkeiten den Massen umgekehrt proportional sind, d. h. wenn die Geschwindigkeit des kleinern ein eben so Vielfaches der Geschwindigkeit des grössern ist, als die Masse des kleinern in der Masse des grössern enthalten ist (d. i. die **Quantität der Bewegung**, z. B. eine Masse von 10 ℔, wenn sie mit 3′ Geschwindigkeit in 1 Secunde bewegt wird, hat eben die Quantität der Bewegung, wie eine Masse von 5 ℔, die mit 6′ Geschwindigkeit bewegt wird). Beim Stosse unelastischer Körper, wo gar keine neuen Kräfte thätig sind, wird ferner nach dem Stosse die Summe der Bewegung eben so gross sein als vor dem Stosse, wenn die Körper einander folgten; begegneten sie aber einander, so gibt der Unterschied der beiden Bewegungsquantitäten vor dem Stosse die Quantität der Bewegung nach dem Stosse. (Die mit grösserer Bewegung begabte Masse raubt nicht nur der ihr begegnenden kleinern alle Geschwindigkeit, sondern ertheilt derselben auch eine neue entgegengesetzte Richtung und Geschwindigkeit und diese ist derjenigen gleich, die sie selbst am Ende behält.) — **Gerader Stoss elastischer Körper.** Bei elastischen Körpern sind die Erfolge des Stosses andere, weil hier die Elasticität anfängt zu wirken, sobald die Geschwindigkeit gänzlich zerstört ist. Ist dies letztere nämlich durch den Stoss geschehen, so strebt die Kraft der Elasticität die Körper wieder aus einander zu treiben, und da diese Kraft, womit die vorige Gestalt sich herstellt, bei vollkommen elastischen Körpern so gross ist, als die, welche das Zusammenpressen bewirkte, so ertheilt sie beiden Körpern nach den Richtungen, die ihren ersten Bewegungen entgegengesetzt sind, eben die Geschwindigkeiten wieder, die sie hatten; begegneten sich die Körper mit 3′ Geschwindigkeit, so gehen sie auch mit 3′ Geschwindigkeit wieder aus einander. Sind die auf einander stossenden elastischen Körper ungleich an Masse und Geschwindigkeit, so werden sie sich nur so lange wechselseitig zusammendrücken, bis eine gleiche Vertheilung der Geschwindigkeit in ihnen zu Stande gekommen ist; jeder Körper wird also bei der Zusammendrückung nur den Ueberschuss seiner ursprünglichen Geschwindigkeit über die gemeinschaftliche Geschwindigkeit, welche im Zustand der Zusammendrückbarkeit eintreten würde, verbrauchen, worauf seine elastische Gegenwirkung ihm die nämliche Differenz nach entgegengesetzter Richtung ertheilen wird. So wird ihm als Endresultat nur der Ueberschuss der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit über diesen successiv verlornen und wieder gewonnenen Theil seiner Geschwindigkeit verbleiben. Wird ein ruhender Körper von einem eben so grossen Körper mit der Geschwindigkeit von 4′ getroffen, so besteht die erste Wirkung des Stosses darin, dass beide Körper die Geschwindigkeit von 2′ annehmen. Sind sie unelastisch, so behalten sie diese Geschwindigkeit; sind sie aber elastisch, so bringt die aus einander drängende elastische Kraft bei dem einen Körper einen Gewinn von 2′ Geschwindigkeit hervor, so dass er mit 4′ Geschwindigkeit fortgeht und bei dem andern Körper bringt sie einen Verlust von 2′ Geschwindigkeit hervor, so dass er ganz zur Ruhe kommt; die Körper haben also ihre Geschwindigkei-

ten vertauscht. — Beim schiefen Stosse werden die auf einander treffenden Körper mehr oder weniger unter demselben Winkel, unter welchem sie antrafen, zurückgeworfen.

NB. Diese Gesetze der Mittheilung der Bewegung gelten in völliger Allgemeinheit, nicht nur für den Stoss der Körper, sondern auch die Vertheilung aller denkbaren Kräfte zwischen den Massen, auf welche man dieselben wirken lässt. So wird jeder Körper, der einen andern stösst oder drückt, gleicherweise durch ihn gestossen oder gedrückt (z. B. drückt man einen Stein mit dem Finger, so wird der Finger auch durch den Stein gedrückt). *Newton* sprach deshalb als allgemeines Naturgesetz aus: „die Gegenwirkung ist der Wirkung stets gleich und entgegengesetzt.

IV. **Hydrostatik** und **Hydrodynamik.** Auch bei tropfbar flüssigen Körpern findet ein Zustand des Gleichgewichtes und der Bewegung statt; die Gesetze für beide sind etwas schwerer zu bestimmen, da jedes Theilchen des Flüssigen ganz unabhängig von dem andern ist (und die einzelnen Theilchen völlig frei und beweglich gegen einander sind, ohne durch irgend einen Druck verdichtet werden zu können), statt dass bei festen Körpern nur die Bewegung einiger weniger Punkte bestimmt zu werden braucht, und damit die Bewegung aller übrigen zugleich gegeben ist. Indess auch hier bieten sich uns einfache Gesetze, wenigstens für eine zahlreiche Menge von Erscheinungen, dar, die ebenfalls im menschlichen Körper vielfache Anwendung finden. Die Eigenschaften tropfbarflüssiger (unelastischer) Körper sind durch 2 Kräfte bedingt, nämlich: die Schwere, welche auf sie wie auf alle anderen Körper wirkt, und die Molecularanziehung, deren Wirkung bei ihnen gerade auf eine solche Weise modificirt ist, dass daraus der tropfbar flüssige Zustand hervorgeht. — Die Hydrostatik beschäftigt sich mit den Bedingungen des Gleichgewichts tropfbar flüssiger Körper und mit dem Drucke, welche dieselben auf die Wände der Gefässe ausüben, in welchen sie enthalten sind. Die Hydrodynamik betrachtet dagegen die Bewegungsgesetze der Flüssigkeiten.

a. **Hydrostatische Gesetze.** — **Princip der Gleichheit des Druckes.** Flüssige Körper haben alle die Eigenschaft, dass ihre Theilchen jeder Einwirkung leicht folgend, ihre Lage gegen einander bei der geringsten Veranlassung ändern und deshalb, wenn irgend eine Kraft auf sie wirkt, zerfliessen, wenn sie nicht in ein Gefäss eingeschlossen sind. Ist dies aber der Fall, so zeigen sie die Eigenschaft, dass sie jeden Druck, welcher auf einen Theil ihrer Oberfläche ausgeübt wird, nach allen Seiten gleichmässig fortpflanzen. (Beträgt z. B. der Druck auf 1 Quadratzoll 1 ℔, so wird eine Kraft von 100 ℔ auf die sämmtlichen Wände ausgeübt, wenn diese 100 Quadratzoll betragen.) Auch wenn man einen Körper in eine Flüssigkeit hineinlegt, und nun von aussen einen Druck auf die Flüssigkeit anbringt, wird sich dieser Druck so auf den Körper fortpflanzen, dass jeder Theil seiner Oberfläche, welcher so gross als die unmittelbar gedrückte Fläche der Flüssigkeit ist, den nämlichen Druck erfährt. Diese Eigenschaft der nach allen Seiten gleichförmigen Verbreitung des Druckes ist allen vollkommen flüssigen Körpern gemein (es beruht hierauf die Wasserpresse), und nur die unvollkommen flüssigen (wie Honig und andere zähe Fluida) können, zumal wenn sie dem völligen Erstarren ziemlich nahe sind, eine merkliche Abweichung zeigen.

Gleichgewicht schwerer Flüssigkeiten. Wenn tropfbarflüssige Körper im Gleichgewichte sein sollen, so müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: 1) es muss ihre freie Oberfläche rechtwinklig zu der Richtung

der Schwere sein. Eine Flüssigkeit kann, wenn nicht noch andere Kräfte als die terrestrische Schwere einwirken, nicht anders, als mit horizontaler Oberfläche ruhen; denn wäre ein Theilchen derselben *a* über die Horizontallinie der übrigen Oberfläche erhaben, so drückte dieses auf das unter ihm liegende Theilchen *b*, dieses würde aber vermöge des daraus hervorgehenden Seitendruckes gegen das Theilchen *c* drücken, welches, als unbelastet, keinen gleichen Druck entgegensetzen kann, also ausweichen muss; die Ruhe der Oberfläche tritt deshalb erst ein, wenn kein Theilchen mehr höher, als die übrigen liegt. Wenn die Molecule auch noch durch andere Kräfte als die terrestrische Schwere sollicitirt sind, so muss ihre freie Oberfläche rechtwinklig zu der Resultirenden der Schwere und aller andern gleichzeitig wirkenden Kräfte sein. 2) Es müssen die Druckkräfte, welche auf ein jedes Molecul wirken, stets einander gleich und entgegengesetzt sein; denn die Molecule, welche im Innern der flüssigen Masse sich befinden, erleiden durch alle über ihnen befindlichen Molecule einen Druck, den sie nach allen Richtungen fortpflanzen. Wenn aber die Pressungen, welche nach entgegengesetzten Richtungen auf ein Molecul wirken, nicht gleich wären, so würde es durch den stärkern Druck fortgetrieben werden und folglich wäre die Flüssigkeit nicht im Gleichgewicht.

Druck der Flüssigkeiten. Wenn flüssige Massen im Gleichgewicht sind, so üben sie auf sich selbst und auf alle festen Körper, welche sie berühren, einen mehr oder minder bedeutenden Druck aus. Der Druck, den eine Flüssigkeit von Oben nach Unten auf den Boden des Gefässes ausübt, in welchem sie enthalten ist, zeigt sich von der Form des Gefässes ganz unabhängig, dagegen hängt sehr viel von der Grösse des Bodens, der Höhe der Flüssigkeit und der Natur derselben ab; er ist immer dem Gewichte einer Säule von derselben Flüssigkeit gleich, deren Basis der Boden des Gefässes und deren Höhe die verticale Entfernung vom Boden bis zum Spiegel der Flüssigkeit ist. Aber nicht allein auf den Boden des Gefässes wirkt der Druck der Flüssigkeiten, sondern auch auf jeden Punkt im Innern der flüssigen Masse. Der Druck, den jedes Flüssigkeitstheilchen leidet, ist seiner Tiefe unter der Oberfläche proportional, und es kommt dabei nicht darauf an, ob es diesen Druck von oben oder von der Seite her empfängt. Eben den Druck, welchen die Wassertheilchen selbst in bestimmter Tiefe leiden, haben auch die Wände zu ertragen (selbst die als horizontaler Boden oberhalb des Wassers liegende Wand hat einen ähnlichen Druck hinaufwärts zu leiden). Der Druck, welchen ein Stück der Seitenwand aufhält, ist dem Gewichte einer Flüssigkeitssäule gleich, welche so hoch ist, als der Schwerpunkt dieses Wandstücks unter dem Niveau liegt, und deren horizontale Basis gleich ist der Grösse des Wandstücks selbst. Der Angriffspunkt der Resultirenden aller elementaren Pressungen, welche ein Wandstück auszuhalten hat, heisst Mittelpunkt des Drucks und liegt immer tiefer, als der Schwerpunkt des Flächenstücks, weil ja die Stärke des Druckes nach unten wächst.

Communicirende Röhren. Nach den Gesetzen des Gleichgewichts wird der Spiegel von Flüssigkeiten derselben Art, die sich in Gefässen befinden, die mit einander communiciren, in denselben gleich hoch sein (Wasserwagen). Wenn die Flüssigkeiten in den Gefässen ungleich sind, so stehen ihre Oberflächen nicht gleich hoch; es müssen sich die Höhen der Säulen umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte verhalten.

Gleichgewicht fester Körper in Flüssigkeiten. Wird ein fester Körper in eine schwere Flüssigkeit eingetaucht, so lässt sich der eingetauchte Theil seiner Oberfläche als eine Wand betrachten, von welcher die Flüssigkeit begränzt wird und welche also dieselben Druckkräfte zu ertragen hat, die vorher die Theilchen der Flüssigkeit, deren Stelle sie einnimmt, auszuhalten hatten. Nun hielten diese Druckkräfte zusammengenommen die flüssige Masse, an deren Stelle sich jetzt der eingetauchte Körper befindet, im Gleichgewicht. Sie gaben also, und geben noch, eine Mittelkraft, welche dem Gewichte dieser Masse gleich war, durch ihren Schwerpunkt ging, und die Richtung von Unten nach Oben hatte. Auch der eingetauchte Körper übt (vermöge seiner Schwere) Druckkräfte aus, deren Mittelkraft dem Gleichgewichte desselben gleichkommt, durch seinen Schwerpunkt geht und von unten nach oben gerichtet ist. Zum Gleichgewicht ist erforderlich, dass diese beiden Mittelkräfte (d. i. das Gewicht der aus der Stelle ge-

drückten Flüssigkeitsmasse und das Gewicht des ganzen eingetauchten Körpers) gleich und ihre Richtungen entgegengesetzt seien. Ist der feste Körper völlig eingetaucht und überdies homogen, so fällt sein Schwerpunkt nothwendig mit dem der flüssigen Masse zusammen, welche er aus der Stelle drückt. Wiegt der Körper eben so viel als die Flüssigkeit, so wird er sich in jeder Tiefe derselben im Gleichgewicht erhalten. Ist er schwerer, so wird er vermöge des Ueberschusses seines (relativen) Gewichtes (über das Gewicht der flüssigen Masse) zu Boden fallen; ist er leichter, so wird er nach der obern Fläche der Flüssigkeit aufsteigen und wenn diese frei ist, mit einem Theile sich über sie emporheben. In allen Fällen wird er einen so grossen Theil seines Gewichtes verlieren (d. h. einem so grossen Theile seines Gewichts wird durch den Druck der Flüssigkeit von unten nach oben das Gleichgewicht gehalten werden), als das Gewicht des Wasservolumens beträgt, welches er aus der Stelle drückt. (Das **Archimedische Princip**: ein Körper, welcher in eine Flüssigkeit eingetaucht ist, verliert von seinem Gewichte gerade so viel, als die aus der Stelle vertriebene Flüssigkeit wiegt; oder richtiger: wenn ein Körper in eine Flüssigkeit eingetaucht ist, so wird ein Theil seines Gewichts von der Flüssigkeit getragen, welcher dem Gewichte der aus der Stelle getriebenen Flüssigkeit gleich ist.) Ist der Körper nicht homogen, so wird sein Schwerpunkt im Allgemeinen nicht mit dem der flüssigen Masse zusammenfallen. Die Bedingung der Entgegensetzung der Kräfte erfordert in diesem Falle, dass beide Schwerpunkte in der nämlichen Verticale liegen, daher der eingetauchte Körper, um ins Gleichgewicht zu kommen, eine Lage annehmen muss, welche jener Bedingung Genüge leistet. In jeder andern Lage wird dieser Körper nothwendiger Weise umkippen, da sein Schwerpunkt nicht unterstützt ist. Wenn der feste Körper nur zum Theil eingetaucht ist, so wird er immer nur durch das Gewicht der Masse Flüssigkeit, welche er aus der Stelle drückt, gehoben; mit minderer Kraft also, als wenn er ganz eingetaucht wäre. Damit er sich im Gleichgewicht erhalten könne, wird dies Gewicht dem seinigen gleich sein, und der Schwerpunkt der weggedrückten flüssigen Masse in der nämlichen Verticale, als der Schwerpunkt des ganzen Körpers liegen müssen *(Biot)*.

b. **Hydrodynamische Gesetze.** — Die materiellen Theilchen, aus welchen die tropfbaren Flüssigkeiten bestehen, sind, abgesondert von einander betrachtet, den nämlichen Bewegungsgesetzen unterworfen, welchen die einfachen materiellen Punkte gehorchen. Ist aber eine flüssige Masse an gewissen Stellen durch die Wände eines Widerstand leistenden Gefässes begränzt, so finden die Bewegungen der Theilchen in diesem Widerstand ein Hinderniss weiter fortzugehen, woraus für die Bewegung der ganzen Masse mehrere allgemeine Bedingungen hervorgehen. Leider haben hier aber (in der **Hydraulik**) die theoretischen Forschungen noch lange nicht den Grad der Vollkommenheit erlangt, wie bei der Statik und Dynamik fester Körper. Für die Physiologie und Pathologie ist dies insofern schlimm, als die meisten und wichtigsten Flüssigkeiten unseres Körpers sich während des Lebens in verschiedenen Verhältnissen der Bewegung befinden.

Ausfluss der Flüssigkeit aus Oeffnungen. Befindet sich in der Seitenwand oder im Boden eines mit einer Flüssigkeit gefüllten, oben offenen Gefässes eine Oeffnung, die klein genug ist, um kein schnelles Ausleeren des Gefässes zu gestatten, so strömt die Flüssigkeit mit einer Geschwindigkeit aus, welche um so grösser ist, je tiefer sich die Oeffnung unter dem Spiegel der Flüssigkeit befindet; ist die Oeffnung aufwärts gerichtet, so steigt der Wasserstrahl bis fast zu der Höhe, die der drückenden Wassersäule gleich ist (doch nicht ganz so hoch, wegen des Widerstandes der Luft, ferner wegen des wieder herabfallenden Wassers, und der Reibung an der Gefäss- und Oeffnungswand). Der Zusammenhang zwischen Ausflussgeschwindigkeit und Druckhöhe wird auf folgende Weise ausgedrückt: Die Geschwindigkeit ist gerade so gross, wie die Geschwindigkeit, welche ein freifallender Körper erlangen würde, wenn er von dem Spiegel der Flüssigkeit bis zur Ausflussöffnung herabfiele (d. i. *Toricelli's* Theorem). Dieser Satz lässt sich auch da anwenden, wo es nicht eine Flüssigkeitsmasse allein, sondern wo es ein fremder Druck ist, der das Wasser zum Ausfluss bringt. Uebrigens hat auf die Ausflussgeschwindigkeit die Natur der Flüssigkeit durchaus keinen Einfluss. Auch zeigt sich: dass nicht alle Flüssigkeitstheilchen die Oeffnung mit der Geschwindigkeit passiren, welche der Druckhöhe entspricht, sondern nur die in der Mitte der Oeffnung sich befindenden; und dass die ausfliessenden Theilchen ihre völlige Geschwindigkeit erst dann erhalten, wenn der Druck eine gewisse Zeit auf sie hat wirken können.

Menge und Beschaffenheit des Ausfliessenden. Gleich nach Austritt der Flüssigkeit aus der Oeffnung zieht sich der Strahl rasch

zusammen *(contractio venae)*, so dass in einer Entfernung von der Oeffnung, welche dem Durchmesser der Oeffnung gleich ist, der Flächeninhalt des Querschnitts des Strahls nur noch ⅔ vom Flächeninhalte der Oeffnung beträgt. Die Ursache dieses Zusammenziehens des Strahles liegt wohl in den seitwärts zur Oeffnung herandrängenden, etwas langsamer ausfliessenden Theilchen, welche in dem Maasse an Geschwindigkeit zunehmen, als sie sich der Mitte des Strahles nähern. Durch Ansetzen von Röhren lässt sich die Zusammenziehung des Strahles grösstentheils aufheben und die Menge des Ausfliessenden vermehren, wobei sich aber die Ausflussgeschwindigkeit (der Adhäsion und Reibung an der Wand der Röhre wegen) vermindert, und zwar um so mehr, je enger die Röhren sind. In einiger Entfernung löst sich der contrahirte Strahl in eine Menge von Tropfen auf, welche demselben nach der Form der Ausflussöffnung eine verschiedene Gestalt geben.

Wirkung des Ausflusses. In einem Gefässe, welches mit Flüssigkeit gefüllt ist, bleibt deshalb alles in Ruhe, weil jeder Seitendruck durch einen vollkommen gleichen, aber entgegengesetzten aufgehoben wird. Ist aber die Wand an irgend einer Stelle durchbohrt, so ist der Druck an dieser Stelle weggenommen, während das der Oeffnung diametral gegenüber liegende Wandstück noch gerade so stark gedrückt wird als vorher. Der Druck auf diejenige Gefässwand, in welcher sich die Oeffnung befindet, ist also geringer, als der Druck, welchen die gegenüberstehende Wand aushält, mithin wird das ganze Gefäss sich in einer Richtung bewegen müssen, welche der Richtung der ausfliessenden Flüssigkeit entgegengesetzt ist, wenn diese Bewegung nicht durch Druck, Reibung oder auf irgend eine andere Weise verhindert wird. Es ist dies mit dem Rückstosse der Gewehre zu vergleichen; das *Segner*'sche Wasserrad beruht hierauf.

Stoss flüssiger Körper. Trifft eine bewegte Flüssigkeit einen festen Körper, so theilt sie demselben ihre Bewegung mit, und zwar um so mehr, je mehr Flüssigkeitstheilchen denselben treffen und mit je grösserer Geschwindigkeit dieselben sich bewegen. — Werden feste Körper in flüssigen fortbewegt, so erleidet die Bewegung der erstern, da sie die Flüssigkeitstheilchen aus der Stelle treiben müssen, einigen Widerstand, der um so grösser ist, je mehr Flüssigkeitstheilchen getroffen sind. — Werden einige Theilchen einer Flüssigkeitsmasse, die sich mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt, plötzlich angehalten, so werden die übrigen nicht direct angehaltenen Theilchen auf die ersteren verschiedene Wirkungen ausüben. Die vordern Theilchen streben die angehaltenen entweder nachzuziehen, oder sie trennen sich von ihnen; die hintern, welche ihre Bewegung gleichfalls fortsetzen wollen, werden gegen die angehaltenen drücken. Wird also eine Flüssigkeitssäule, die sich in einer Röhre bewegt, plötzlich durch ein Hinderniss aufgehalten, so wird dieses Hinderniss wegen der erlangten Geschwindigkeit einen Druck aushalten müssen, und dieser Druck pflanzt sich durch die ganze Flüssigkeitssäule fort. Während dieser Zeit, welche sehr kurz ist, haben auch die Röhrenwände einen Druck auszuhalten, welcher von der Geschwindigkeit der aufgehaltenen Wassersäule abhängt (beim hydraulischen Widder, Stossheber).

[Ausführlicheres über die Bewegung von Flüssigkeiten in Röhren s. später in der Gefässlehre.]

V. Aërostatik und **Aërodynamik.** Die luftförmigen oder elastischen Flüssigkeiten, wie die atmosphärische Luft und andere Gasarten, welche sich von den tropfbaren Flüssigkeiten durch ihre Elasticität, Ausdehnsamkeit (Expansivkraft, Tension) und Zusammendrückbarkeit unterscheiden, sind, wie die festen und tropfbarflüssigen Körper, der Schwerkraft und den Molecularkräften (die hier repulsiv wirken) unterworfen. Gase haben also eine gewisse Schwere und drücken, vermöge des Bestrebens sich fortwährend auszudehnen, auch fortwäh-

rend gegen die Wand des Gefässes, in welchem sie eingeschlossen sind. Es werden deshalb auch die untern Gasschichten durch den Druck, den das Gewicht der über ihnen stehenden auf sie ausübt, zusammengedrückt, und eine Abnahme der Dichtigkeit von unten nach oben wird die Folge sein. Hiernach wird sich der Druck gegen die Wände abändern, sowohl derjenige, welcher von der Schwere der Gasart abhängt, wie der, welcher von ihrer Expansivkraft herrührt, weil die Expansivkraft sich mit der Dichtigkeit ändert.

Gleichgewicht der Gase. Für luftförmige Körper gibt es nur eine Bedingung des Gleichgewichts, dass die Elasticität in einer und derselben horizontalen Schicht sich gleich bleibt. Soll das Gleichgewicht stabil sein, so müssen die tiefsten Luftschichten nothwendig die dichtesten sein. Da, wo durch irgend welche Umstände eine ungleiche Dichtigkeit der Luft in derselben horizontalen Schicht erzeugt wird (z. B. durch die Wärme, welche die Dichtigkeit der Flüssigkeiten vermindert), da muss das Gleichgewicht verloren gehen, und es werden nicht selten dadurch Strömungen hervorgerufen (wie sich im Wasser und der Atmosphäre zeigt).

Druck der Atmosphäre. Da die Erde rings von atmosphärischer Luft umgeben ist, so muss diese auf alle Theile der erstern, sowohl auf die festen wie flüssigen, einen Druck ausüben, dessen Grösse sich von unten nach oben mindern muss. Allein die Luft wird nicht etwa blos von oben nach unten drücken, sondern sie wird, wie die tropfbaren Flüssigkeiten, die Oberfläche der Körper, welche sie umgibt, nach allen Richtungen zusammendrücken. Die Erhebung von Flüssigkeiten in luftleeren Röhren ist durch den Luftdruck bedingt und es wird die Flüssigkeit also nur so hoch steigen können, bis ihr Gewicht dem Gewichte einer bis zur Gränze der Atmosphäre reichenden Luftsäule von derselben Basis gleich ist. Setzt man die Luft, oder überhaupt Gase, verschiedenen Druckgewalten aus, so ergibt sich, dass das Volumen derselben sich umgekehrt wie der Druck, dem sie ausgesetzt sind, verhalten (d. i. das *Mariotti*'sche Gesetz). — Wie in einer tropfbaren Flüssigkeit, so verliert auch ein Körper in der Luft oder in irgend einem andern Gase soviel von seinem Gewichte, als die verdrängte Gasmasse beträgt, es findet also auch hier das Gesetz des Archimedes seine Anwendung (es beruht hierauf das Steigen des Luftballons). — Der Druck der Atmosphäre tritt häufig in Verbindung mit den Gesetzen des Gleichgewichtes schwerer Flüssigkeiten und es lassen sich dadurch die Wirkung vieler Apparate (des Hebers, der Druck- und Saugpumpe, der hydraulischen Presse u. s. w.), sowie manche Erscheinungen im menschlichen Körper erklären.

Der menschliche Körper hat, da er von der Atmosphäre rings umgeben ist, auch den Druck derselben auszuhalten, und dieser (gleich einer Wassersäule von 32′ oder einer Quecksilbersäule von 28″ Höhe) beträgt bei einem Menschen von mittler Grösse (etwa von 14 Quadratfuss) gegen 300 Centner. Dieser enorme Druck wird aber deshalb von uns nicht gefühlt und ist darum nicht hinderlich, theils weil er von allen Seiten her gleichförmig wirkt, theils weil die in unserm Körper enthaltene Luft gegen die äussere sich völlig im Gleichgewichtszustande befindet, theils weil das Innere unseres Körpers mit nicht zusammendrückbaren, alle Druckkräfte zu ertragen fähigen Flüssigkeiten erfüllt ist. Die äussere Luft vermöchte nur dann uns zu erdrücken, wenn die in uns befindliche Luft, welche ihr das Gleichgewicht hält, vernichtet würde, und umgekehrt muss, wenn der äussere Luftdruck ganz aufgehoben wird, die innere Luft sich ausdehnen und unsern Körper zersprengen. Jedenfalls werden unsere Körperorgane unter stärkerm Drucke (also in der Tiefe) mehr zusammengepresst, unter schwächern (in der Höhe) expandirt werden müssen. Doch ist dies bei dem Druckwechsel, den der Mensch auszuhalten hat, nicht so bedeutend, dass das Leben dadurch gefährdet wäre; nur einzelne physikalische oder chemische Processe des Organismus werden dadurch befördert

oder gehemmt, und so können üble Folgen hervorgerufen werden. Trotz dem kann die Differenz des atmosphärischen Druckes, welchen ein Mensch in einem tiefen unter dem Meeresspiegel gelegenen Schachte und auf der Spitze des Montblanc erleidet, gegen 140 ℔ betragen. — Die Natur benutzt den äussern Luftdruck auch, um manche Functionen des Körpers zu Stande zu bringen. Es beruht hierauf das Saugen (durch Bildung eines Raumes mit verdünnter oder mit keiner Luft); das Einathmen; die sichere Lage innerer Organe durch Andrücken der äussern Decken; das Tragen des Gewichtes der Gliedmaassen in den Gelenken u. s. w. Unter den normalen Verhältnissen stehen alle Theile des Körpers unter dem gleichen äussern Drucke, und dieser kann deshalb in dem relativen Verhalten der Organe zu einander keine Veränderungen bedingen. Wird aber ein Theil unseres Körpers einem andern Drucke ausgesetzt, so treten hier sofort Aenderungen auf. Befindet sich z. B. eine Stelle des Körpers unter einem geringern Luftdrucke (beim Schröpfkopfe, Iunod'schen Apparate), so wird zu dieser mehr Flüssigkeit, besonders Blut, hinzuströmen müssen und die Gewebe werden sich durch Ansaugen erheben. Ist dagegen der Luftdruck an einer Stelle vermehrt, so wird diese säftearmer und kleiner an Volumen werden müssen.

Liebig betrachtet den Luftdruck und die Verdunstung als Ursachen der Bewegung der Säfte; er sagt: „wenn man im Auge behält, dass jeder Theil des Körpers den Druck der Atmosphäre zu tragen hat, dass die in dem Körper enthaltenen luftförmigen und tropfbaren Flüssigkeiten dem atmosphärischen Drucke einen vollkommen gleichen Gegendruck entgegensetzen, so ist es klar, dass durch die Ausdünstung der Haut und Lunge, und in Folge des Aufsaugungsvermögens der Haut für die sie berührenden Flüssigkeiten, eine Differenz im Druck unterhalb der Oberfläche der verdunstenden Haut entsteht. Der äussere Druck nimmt zu, und im gleichen Grade der Druck von innen nach der Haut hin. Wenn nun die Beschaffenheit der Hautoberfläche eine Verminderung ihres Volumens, ein Zusammendrücken (in Folge der durch die Verdunstung ausgetretenen Flüssigkeit) nicht zulässt, so ist klar, dass eine Ausgleichung dieses Unterschiedes im Drucke nur von innen nach aussen erfolgen kann; von innen zuerst und vorzugsweise von den Theilen aus, welche sich mit der Atmosphäre in nächster Berührung befinden und die der Wirkung des äussern Druckes den geringsten Widerstand entgegensetzen. Es ergibt sich hieraus, dass die Flüssigkeiten des Körpers in Folge der Haut- und Lungenausdünstung eine Bewegung nach der Haut und Lunge hin empfangen, welche durch die Blutbewegung beschleunigt werden muss. Durch diese Verdunstung müssen die Gesetze der Mischung ungleichartiger Flüssigkeiten, welche durch Membranen von einander getrennt sind, wesentlich geändert werden. Der Uebergang der im Verdauungskanal löslich gewordenen Speise und der Lymphe in die Blutgefässe, das Austreten der Ernährungsflüssigkeit aus den feinern Blutgefässen, ihre gleichmässige Verbreitung im Körper, das Aufsaugungsvermögen der Membranen und Häute, welche unter dem gegebenen Druck durchdringlich sind für die damit in Berührung stehenden Flüssigkeiten, stehen unter dem Einfluss des Unterschiedes im Druck der Atmosphäre, welche durch die Verdunstung der Flüssigkeiten der Haut und Lunge bedingt wird." (Weiteres s. bei der Hautthätigkeit.)

Ein luftleerer Raum im Innern des menschlichen Körpers besteht vermöge des Luftdrucks nicht und kann auch niemals zu Stande kommen. Der letztere Fall wird verhütet: durch Eindrücken der Körperoberfläche (z. B. der Brustwand nach Verkleinerung der Lunge), durch Ausdehnung benachbarter lufthaltiger Organe (supplementäres Lungenemphysem), durch Ansaugen naheliegender Theile (des Herzens, der Leber in die Pleura nach Compression der Lunge), oder durch Ansaugen von Flüssigkeiten (Blutwasser, Blut nach Zerreissung von Gefässen, parenchymatöser Flüssigkeit). — Ueber den weitern Einfluss der Atmosphäre auf unsern Körper s. später bei Lunge und Haut.

Bewegung der Gase. Ist ein Gas in einem Gefässe abgesperrt, so wird es aus einer Oeffnung desselben im Ganzen nach denselben Gesetzen ausströmen, wie eine tropfbare Flüssigkeit, wenn nämlich das Gas im Gefässe stärker comprimirt ist, also mehr Spannkraft hat, als die äussere Luft. — Auch für die Ausflussgeschwindigkeit der Gase gelten ganz dieselben Gesetze, wie bei tropfbaren Flüssigkeiten; auch bei den Gasen muss eine *contractio venae* stattfinden; cylindrische Ansatzröhren eben so wie conische, mag nun die weite Oeffnung nach Innen oder nach Aussen gekehrt sein, vermehren die Ausflussmenge der Gase. — Die Bewegung der Gase in Röhrenleitungen geschieht im Ganzen nach denselben Gesetzen, welche für tropfbare Flüssigkeiten gelten. Ein Theil der Spannung des Gases geht für die Bewegung

verloren, insofern er dazu dient, den Reibungswiderstand zu überwinden. Auch nimmt der Druck, welchen die Röhrenwände von dem Gase auszuhalten haben, um so mehr ab, je mehr man sich der Mündung der Röhre nähert. Gase von verschiedenem specif. Gewichte erleiden denselben Widerstand, welcher dem Quadrate ihrer mittleren Geschwindigkeiten proportional ist. Die Quantitäten der aus einer Röhrenleitung ausströmenden Gase stehen im geraden Verhältnisse zu dem im Reservoir stattfindenden Drucke und im umgekehrten zu der Quadratwurzel der Länge der Leitungsröhren. — Wie bewegte Flüssigkeit, so übt auch bewegte Luft gegen ein Hinderniss einen bestimmten Druck aus. Nachdem sich aber die Luft beim Anstossen verdichtet hat, muss sie sich bald darauf wegen ihrer Elasticität wieder ausdehnen, so dass sie also gleich einem elastischen Körper auf das Hinderniss wirkt. Der Stoss luftförmiger Flüssigkeiten gegen feste Körper wirkt ebenfalls wie der von tropfbaren Flüssigkeiten.

Wellenbewegung. Alle cohärente Materie beruht auf einem Gleichgewichte der Attraction und Repulsion ihrer Theile. Werden die Theilchen derselben durch irgend eine Ursache aus der diesem Gleichgewichte entsprechenden Lage entfernt und dann sich selbst überlassen, so müssen sie, in Folge ihres Strebens, in die Lage des Gleichgewichts zurückzukehren, um die letztere Schwingungen machen. Es wird sich ferner die schwingende Bewegung von der Stelle an, wo das Gleichgewicht aufgehoben wurde, von den unmittelbar getroffenen Theilchen auf die benachbarten fortpflanzen. Demnach schreitet die Bewegung von Theilchen zu Theilchen fort, so dass jedes folgende, wenn gleich später, dieselben Schwingungen macht wie das vorhergehende. Eine schwingende Bewegung dieser Art, die natürlich nach Art und Weise der Störung des Gleichgewichts, sowie nach der Beschaffenheit des Körpers verschieden sein wird, nennt man **Wellenbewegung** (fortschreitende, progressive Schwingung). Wenn aber alle Theilchen eines Körpers gleichzeitig ihre Schwingungen beginnen und vollenden, so werden diese mit dem Namen der **stehenden Schwingungen** belegt. Man beobachtet ebenso an festen, wie flüssigen und luftförmigen Körpern die genannten Schwingungen.

Wellenbewegung der Flüssigkeiten. Die fortschreitenden Schwingungen tropfbarer Flüssigkeiten verdanken ihr Dasein vorzugsweise der Einwirkung der Schwere auf die einzelnen Theilchen. Ist nämlich das Gleichgewicht der horizontalen Fläche einer Flüssigkeit auf irgend eine Art gestört, so macht sich sogleich die Schwere der einzelnen Flüssigkeitstheilchen durch Druck der aus dem Gleichgewicht gebrachten auf die benachbarten Theilchen geltend, um die gestörte horizontale Ebene wieder herzustellen. Hierbei kommt aber nicht etwa den einzelnen Theilchen eine eigentlich fortschreitende Bewegung zu, und bei dem scheinbaren Fortrücken der Wellen bewegt sich nicht die Wassermasse selbst fort, sondern die Gesammtheit der Wassermasse bleibt an ihrer Stelle und blos die Form der Welle (an welcher man den Wellenberg, das Wellenthal, die Höhe, Tiefe, Länge und Breite bezeichnet) ist fortschreitend. Natürlich ändern hierbei die einzelnen Flüssigkeitstheilchen ihren Ort, jedoch nur in soweit, als es die Grösse ihrer Schwingungen mit sich bringt. Die Oscillationen der einzelnen Theilchen geschehen hierbei aber nicht so, dass sie sich in verticaler Richtung abwechselnd heben und senken, sondern sie haben bei der verticalen auch zugleich eine horizontale Geschwindigkeit, die sie jedoch nicht über eine gewisse Gränze hinausführt, von wo an ihre Bahn rückläufig wird. Sind die Wellen gleich gestaltet, so laufen die Schwingungsbahnen der einzelnen Flüssigkeits-

theilchen in sich selbst zurück und sind anscheinend (der Kreisform sich nähernde) Ellipsen, die in der Verticalebene liegen, was bei ungleichen Wellen nicht der Fall ist. Indem die Theilchen den Bogen oberhalb des Niveaus beschreiben (nach auf-, vor- und abwärts, in der Richtung der Welle, sich bewegend) bilden sie den Wellenberg, dagegen befinden sie sich im Wellenthal, wenn sie den Bogen unterhalb der Oberfläche durchlaufen (nach rück-, ab- und aufwärts, folglich der Richtung, in der das Thal scheinbar fortschreitet, entgegen). Mit der Tiefe der Flüssigkeit werden die elliptischen Bahnen immer gedehnter, so dass sie endlich mit einer geraden Linie zusammenfallen, in der die Theilchen hin und her schwingen. Auch nimmt mit zunehmender Tiefe sowohl der verticale als horizontale Durchmesser der Bahn an Grösse ab, jedoch der verticale schneller als der horizontale (wahrscheinscheinlich vom Boden abhängig). Während die in der Richtung der Wellenfortpflanzung liegenden Theilchen successiv in schwingende Bewegung gerathen, beginnen die in verticaler Richtung über einander liegenden Theilchen ihre Bewegung gleichzeitig. Dabei durchlaufen die in der Nähe der Oberfläche gelegenen ihre Bahnen nicht so schnell als die vertical unter ihnen, von der Oberfläche entfernter liegenden Theilchen. [Auf die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Welle fortbewegt, auf ihre Gestalt, auf die Durchkreuzung, Zurückwerfung und Beugung der Wellen üben verschiedene Umstände Einfluss aus; s. hierüber die Wellenlehre der Gebr. *Weber*.] — Bei den **stehenden Schwingungen** der Flüssigkeiten, wobei kein Fortrücken der Wellenform stattfindet, verwandeln sich die Wellenberge durch verticales Niedersinken an demselben Orte abwechselnd in Thäler, die Thäler aber durch verticales Steigen in Berge. Doch bilden sich diese Schwingungen gewöhnlich aus dem Zusammentreffen direct fortschreitender und zurück geworfen fortschreitender Wellen.

[Ueber die Wellenbewegung der Luft und die stehenden Schwingungen fester Körper s. später in der Akustik beim Gehörorgane.]

VI. Wärme. Die Wärme (s. S. 19), welche in die Zusammensetzung aller organischen Wesen einzugehen scheint, denn alle organischen Processe erforden eine bestimmte Temperatur, ist eine der wichtigsten Lebensbedingungen. Wohl zu unterscheiden ist die äussere Wärme und die Eigenwärme des Menschen; denn wie alle lebende Wesen, vorzüglich aber die warmblütigen, erzeugt der Mensch selbst (in Folge des in seinem Körper stattfindenden Verbrennungsprocesses beim Stoffwechsel) Wärme, welche fast stets die der Atmosphäre übersteigt und deshalb zum Theil an die Aussenwelt abgegeben wird. Die äussere Wärme, die immer nur von der Materie ausgeht und sich zunächst durch eine besondere Affection unseres Gefühlsvermögens offenbart, lässt sich nicht ohne Weiteres der Substanz der Körper selbst zuschreiben, sondern muss als ein bestimmtes Agens angesehen werden, welches, von der Substanz der Körper verschieden, in ihrer Masse verbreitet ist und alle Wärmeerscheinungen veranlasst. Man bezeichnet dieses Agens selbst mit dem Namen Wärme (besser vielleicht Wärmestoff, Wärmeäther, *caloricum*), und gebraucht also für die Ursache denselben Namen, wie für die Wirkung. Sehr geringe Grade von Wärme nennt man Kälte, und diese ist also kein Agens wie die Wärme, sondern Mangel an Wärmestoff.

Die **äussere Wärme** kann dem Körper auf zweierlei Art mitgetheilt werden, nämlich durch Strahlung und durch Zuleitung. Die **strahlende Wärme** geht entweder von der Sonne (natürliche Wärme, mit den Lichtstrahlen verbunden, doch von diesen zu trennen) oder von irdischen Körpern

aus (künstlich strahlende Wärme). Sie pflanzt sich fast gerade so fort wie das Licht; sie durchdringt den leeren Raum eben so schnell, wie das Licht die Räume des Himmels; sie geht durch gewisse Körper hindurch, ohne aufgehalten zu werden und ohne sie zu erwärmen; sie wird, wenn sie auf einen Körper trifft, wie das Licht, theils absorbirt, theils reflectirt und theils durchgelassen, polarisirt. Die strahlende Wärme wird in gewöhnliche Wärme verwandelt, wenn sie von dem Körper absorbirt und durch Leitung in die verschiedenen Theile ihrer Masse verbreitet wird, und umgekehrt entweicht die Wärme aus den Körpern beim Erkalten derselben als strahlende Wärme, wenn sie nicht unmittelbar von andern Körpern umgeben ist, welche sie aufnehmen und fortleiten. Durch Berührung pflanzt sich die Wärme allmälig durch die ganze Masse eines Körpers bis zu seinen innersten Moleculen fort (d. i. die Wärmeleitung). Nicht alle Körper leiten die Wärme gleich gut; Metalle sind im Allgemeinen die besten Wärmeleiter; vegetabilische und animalische Stoffe sind in der Regel schlechte Wärmeleiter, Flüssigkeiten und Gase sind aber die schlechtesten. Die Verbreitungs- oder geleitete Wärme kann je nach den Körpern, von denen sie aufgenommen wird, eine trockene oder feuchte sein. — Nicht alle Körper haben gleiche Wärmecapacität, d. h. der eine Körper braucht eine grössere, der andere eine geringere Wärmemenge (specifische Wärme), um in seiner Temperatur um 1° erhöht zu werden, so dass also zwei Körper bei gleicher Temperatur und Masse sehr verschiedene Wärmemengen enthalten können. Die specifische Wärme eines und desselben Körpers (auch der Gase) ändert sich mit seiner Dichtigkeit, sie wird um so geringer, je mehr die Dichte zunimmt. Es ist ferner die Wärmecapacität für höhere Temperaturen grösser als für geringere. Die specifische Wärme steht aber auch im innigen Zusammenhange mit der chemischen Beschaffenheit der Körper, und es verhalten sich die specifischen Wärmen der sogenannten einfachen Stoffe umgekehrt wie ihre Mischungsgewichte. — Die latente (gebundene) Wärme eines Körpers ist die Zahl der Wärmeeinheiten, welche ein Körper in dem Momente absorbirt oder entwickelt, in welchem er seinen Aggregatzustand ändert. Ueberall, wo ein fester Körper sich in einen flüssigen verwandelt, wird Wärme gebunden, und umgekehrt wird Wärme frei, wenn ein flüssiger Körper in den festen Zustand übergeht.

Physikalische Wirkung der Wärme. Die Wärme ist ein Agens, welches der Cohäsionskraft entgegenwirkt und die Theilchen eines Körpers von einander entfernt; ihre Wirkung besteht deshalb in einer Veränderung des Volumens und des Aggregatzustandes der Körper. Es werden nämlich alle Körper durch die Wärme ausgedehnt, aber die einen mehr als die andern, und es hängt demnach das Volumen eines Körpers (sowie zum Theil auch seine Dichtigkeit) von dem Grade seiner Erwärmung ab. Man nennt die Temperatur eines Körpers den Grad seiner Erwärmung. Die Gewalt, mit der sich die Körper durch die Wärme ausdehnen und wieder zusammenziehen, ist ausserordentlich gross (wie die Spannkraft des Wasserdampfes beweist). Die Ausdehnung fester Körper durch die Wärme ist gering; tropfbare Flüssigkeiten dehnen sich im Allgemeinen viel stärker, aber weniger regelmässig als feste Körper aus, die stärkste Ausdehnung erleiden aber gasförmige Körper durch die Wärme, welche Körper natürlich um so mehr an Dichtigkeit verlieren müssen, je mehr sie sich ausdehnen. Die Wärme hat ferner auch auf den Aggregatzustand vieler Körper (welche man schmelzbare nennt) Einfluss, insofern sie dieselben aus festen in flüssige, und aus tropfbaren in elastische Flüssigkeiten verwandeln kann. Um eine solche Veränderung des Aggregatzustandes eines Körpers durch die Wärme hervorzubringen, ist stets ein ganz bestimmter Wärmegrad nöthig (Schmelz- und Siedepunkt); alle Wärme, die ihm darüber hinaus noch zugeführt wird, erhöht seine Temperatur nicht mehr. Die Verwandlung der Flüssigkeiten in gasförmige Körper nennt man im Allgemeinen Verdampfung (wenn sich durch die ganze Masse der Flüssigkeit Dämpfe bilden, Kochen) oder Ver-

dunstung (wenn die Dampfbildung nur an der Oberfläche vor sich geht). Die meisten organischen und auch viele unorganische Körper werden durch Einwirkung der Wärme zersetzt, ehe sie schmelzen. Die Wärmemenge, welche ein Körper während seines Schmelzens in sich aufnimmt und die eben die Formverwandlung des Körpers bewirkt, ist seine gebundene (latente) Wärme.

Die Eigenwärme (animalische Temperatur) des Menschen, welche im Durchschnitte gegen 30° R. beträgt und nach der Verschiedenheit der einzelnen Stellen des Körpers, sowie der innern Organe, nach der Thätigkeit der letztern, der Individualität, dem Alter, den Gesundheits- und Krankheitszuständen etwas wechselt, ist ein Product des Stoffwechsels. Denn bei diesem wird im Capillarsystem Kohlenstoff und Wasserstoff, oder vielmehr eine diese Stoffe enthaltende organische Substanz (Extractivstoffe oder Mauserschlacken, Fett?) durch den Sauerstoff des arteriellen Blutes verbrannt und in Kohlensäure und Wasser verwandelt, welche Stoffe sodann mit dem Venenblute weggeführt werden. Auf diesem Wege wird, beim Vorhandensein des gehörigen Verbrennungsmaterials, stets so viel Wärme entwickelt, dass der Körper trotz der verschiedenen Abkühlungsmittel, welche ihn treffen, dennoch eine constante mittlere Temperatur seiner innern Theile zu behalten vermag. Auf diesen Verbrennungsprocess (der alten abgestorbenen, wieder ins Blut zurückkehrenden Gewebsbestandtheile) muss natürlich das Heizungsmaterial grossen Einfluss äussern. Essen wir z. B. und sättigen daher unser Blut und die Ernährungsflüssigkeit der Organe mit verbrennlichen Stoffen (besonders mit kohlenwasserstoffhaltigen, stickstofflosen), so heizen wir gleichsam mehr ein und die Wärme wird erhöht. Bei trockner kalter Luft wird, da durch diese mehr Sauerstoff in die Lungen und das Blut geschafft wird, auch mehr Wärme entwickelt werden; eben dies ist der Fall bei stärkerer körperlicher Bewegung, durch welche die Circulation beschleunigt und der Umsatz der Stoffe vermehrt wird, sowie bei allen Krankheiten, wo das Blut in grösserer Menge und schneller durch die Organe geführt wird. Das Gebundenwerden von Wärme beim Uebergange der festen Gewebstheile in flüssige hat deshalb keinen merklichen Einfluss auf die Wärmebildung, weil andrerseits durch die Entstehung fester Materie aus der Ernährungsflüssigkeit auch Wärme wieder frei wird. Die Benetzung fester Körper, welche ebenfalls eine Hebung der Temperatur zur Folge hat, dürfte im menschlichen Körper von keinem Belang sein, da alle festen Theile während des Lebens fortwährend durchfeuchtet sind. Auch die Verdunstung des Lungen- und Hautsecretes, welche eine Erniedrigung der Temperatur erzeugen muss, dürfte nur ein geringes Abkühlungsmoment sein. Der Abkühlung, welche durch die umgebende Luft (deren Temperatur nie der des menschlichen Körpers gleich kommt) und den stützenden Boden stattfindet, ist durch unsere Körperoberfläche insofern ein nicht unbedeutender Widerstand entgegengesetzt, als die Horngebilde (Epidermis, Haare, Nägel) und das Fett sehr schlechte Wärmeleiter sind, die aber freilich sehr oft noch durch die Bekleidung, Wohnung und Heizung unterstüzt werden müssen. — Unser Accomodationsvermögen für verschiedene Temperaturen ist für niedere Wärmegrade grösser, als für höhere; wir können uns auch gegen die niederen Temperaturgrade durch stärkere Verbrennung, durch mehr Nahrung und Bewegung, durch wärmere Bekleidung leichter schützen, als gegen die Hitze (besonders die feuchte), bei welcher nur die verstärkte Absonderung und Verdunstung des Schweisses eine unbedeutende Hülfe gewährt. Denn eine Reduction des Verbrennungsprocesses in unserm Körper ist deshalb in einem nur sehr beschränkten Maasse möglich, weil durch ihn das Leben (der Stoffwechsel) im Gange erhalten wird. Da übrigens die Stärke des Verbrennungsprocesses und die Lebhaftigkeit der Functionen innerhalb gewisser Gränzen mit einander wachsen und abnehmen, so erklärt sich hieraus die erfrischende Wirkung der Kälte und die ermattende der Hitze. Denn während im erstern Falle der Körper durch die Berührung mit der kalten Atmosphäre mehr abkühlt, wird mehr Sauerstoff mit der kalten, also dichtern Luft eingeathmet, und so

der Verbrennungsprocess besser unterhalten, als in der Hitze, wo das Umgekehrte stattfindet. Natürlich werden die Theile unseres Körpers, welche mit kalten Gegenständen zunächst in Berührung stehen, zuerst Wärme verlieren; auch wird bei gleicher Temperatur eine ruhige Atmosphäre weniger als eine bewegte abkühlen, weil durch die letztere sehr schnell eine neue kalte Luftschicht mit der Haut in Berührung tritt. Dass die Temperatur der Haut niedriger als die der innern Theile ist, erklärt sich daraus, dass die blutgefässlose Oberhaut mit ihren Horngebilden keine eigene höhere Wärme entwickelt, sondern diese nur von den Nachbarorganen zugeleitet bekommt, und weil die Haut zuerst mit der kältern Umgebung in Berührung tritt, sowie durch die Schweissverdunstung etwas abgekühlt wird. Aus Beobachtungen geht hervor: dass die Achselhöhle und Inguinalgegend einen höhern Temperaturgrad (29°—33°), als die übrige Körperoberfläche und selbst als die Mundhöhle (24°—32°) zeigen, dass das Epigastrium zwischen 26° und 31°, die hohle Hand zwischen 18° und 29° Wärme hält. Bei Greisen ist die Temperatur geringer (1°—2°), ebenso im Schlafe und im spätern Kindesalter, während in der frühesten Jugend die Temperatur eine höhere ist. Das Arterienblut ist um fast 1° wärmer; bei hitzigen Krankheiten stieg die Temperatur in der Achselhöhle bis zu 38°, im Epigastrium bis 35°, in der Hand bis 38°; bei Frauen übersteigt die Wärme der Scheide stets die der Achselhöhle. — Obschon die Verbrennungstheorie fast alle Wärmephänomene erklärt, so dürften doch wohl auch noch die gegenseitigen mechanischen Einwirkungen der Körpertheile auf einander einen Einfluss auf die Wärmeentwickelung haben, denn durch Druck, Reibung und Stoss wird Wärme erzeugt; und ebenso können vielleicht die verschiedenen andern chemischen Verbindungen und Zersetzungen im Körper noch eine geringe Wärmequelle abgeben. — Die Eigenwärme scheint täglich zu bestimmten Zeiten zu wachsen und abzunehmen (s. später bei organischer Periodicität).

Wirkung der verschiedenen Temperatur auf den Menschen. Berührt eine etwas höhere Wärme, als die Eigenwärme des Menschen ist, den Körper, so wird demselben nicht nur keine Wärme mehr entzogen, sondern auch noch eine neue Menge von Aussen zugeführt. Alle Gewebe, besonders aber die Haut, dehnen sich deshalb aus (sie werden dicker, röther, wärmer, succulenter, weicher, schlaffer), das Blut strömt (besonders wegen des geringern Druckes von Seiten der heissen Luft) mehr nach der Oberfläche und sammelt sich hier in grösserer Menge an (Congestion nach der Haut). Der ganze Körper wird gleichsam expandirter; Blutlauf und Athmen wird beschleunigt, die ausgeathmete Luft ist heisser und mit mehr Wasserdampf erfüllt, Herz und Arterien klopfen stärker; Haut- und Lungenausdünstung ist gesteigert (Urin-, Speichel- und Schleimabsonderung dafür vermindert); es bilden sich Congestionen auch nach innern Theilen (Hirn, Lungen) aus; die Ausscheidung der Ernährungsflüssigkeit gewinnt über die Resorption das Uebergewicht; das Blut verliert zu viel Flüssigkeit und dies bedingt das Gefühl des Durstes. Beim Athmen in heisser, also verdünnter und deshalb absolut sauerstoffärmerer Luft wird die Verwandlung des Venenblutes in arterielles beschränkt, dafür die Reinigung desselben durch die Leber gesteigert (darum leicht Gallen- und Leberkrankheiten). Bei Steigerung und Andauer der Hitze treten nach und nach unangenehme Empfindungen (Prickeln) und selbst brennender Schmerz in der Haut ein; auch bedeutendere Abweichungen im Stoffwechsel kommen zu Stande, wie Schweissbläschen, Blasen, ödematöse Anschwellung, Entzündung mit Exsudation. Längere Einwirkung der Wärme zieht Schwäche und Erschöpfung nach sich, während bei kurzer Dauer die Lebensprocesse befördert wurden. Wasser und überhaupt Feuchtigkeit können wir lange nicht so heiss ertragen als die Luft, weil hier die durch das Verdunsten des Schweisses erzeugte Kälte fehlt. — Höhere Hitzegrade zerstören zugleich physikalisch oder chemisch die einzelnen Körpertheile, welche von ihnen getroffen werden (Verbrennung). Grade der Verbrennung beim Chirurgen sind: 1) niedrigster Grad, mit ein-

facher, nicht exsudativer Entzündung (lebhafte Röthe, Hitze, Geschwulst, Schmerz), in Zertheilung mit Abschälung der Haut übergehend; 2) zweiter Grad: Entzündung mit Exsudation (seröser und eiteriger) und Blasenbildung; 3) höchster Grad: unmittelbare Zerstörung des Lebendigen in verschiedener Tiefe, mit Brandschorfbildung und Verbrennungssymptomen des 2. und 1. Grades in der Umgebung. — Selbstverbrennung *(combustio spontanea, empresmus)*, ohne Zutritt von Feuer, ist einige Male bei alten Säufern, in der Regel nach einem bedeutenden Excess im Branntweingenuss und immer von den Respirationsorganen ausgehend, beobachtet worden. Die abnorme Brennbarkeit des Körpers bei Säufern liesse sich vielleicht aus ungewöhnlicher Tränkung der Gewebe mit Fett oder aus dem Alkoholgehalt des Blutes und der Perspirationsmaterien erklären; die Selbstentzündung setzt aber die Entwickelung einer fremdartigen Materie voraus, die vielleicht Phosphorwasserstoff ist. Die Elemente dieses Gases finden sich zwar im Blute, allein wie es sich aus diesen etwa bildet, ist ganz unerklärt.

Anwendung der Wärme als Heilmittel. Die vorzüglichsten Zwecke, welche man durch die Wärme erreichen will und kann, sind: 1) Blutzufluss zu einem Theile hervorzubringen und dadurch die normale Circulation, Temperatur und Secretion in diesem Theile wieder herzustellen oder eine Störung der Circulation an einem andern Punkte auszugleichen; 2) die Blutcirculation im Allgemeinen zu befördern; 3) durch Entzündung, Rigidität oder Krampf angespannte Gewebe zu erschlaffen; 4) Schmerzen zu stillen; 5) organische, normale und pathologische Processe zu beschleunigen (wie die Zertheilung, Eiterung); 6) die Lebensfähigkeit und Organisation eines Theiles zu zerstören. Nicht anzuwenden wäre die Wärme: bei leicht zu steigernder Gefässthätigkeit, bedeutender Erschlaffung, profusen Secretionen, grosser Nervenreizbarkeit mit Mangel an Kraft. — Anwendungsweise: man wendet die Wärme an: als strahlende (Sonnenstrahlen, *insolatio*, und die Strahlen von Feuer, glühendem Eisen oder Kohlen), welche hauptsächlich als Reiz für die Hautnerven dient, den Schweiss nicht befördert, sondern gern trockne Erhitzung und Entzündung erzeugt, und als zugeleitete Wärme; letztere wieder entweder trocken (Bäder in heisser Luft, Auflegen erwärmter fester Körper) oder feucht (Wasserdampf, Bäder, Begiessungen, Umschläge, Getränke nnd Injectionen). — Es lässt sich übrigens die Temperatur des Körpers auf verschiedene Art erhöhen: *a)* durch die Application der Wärme von aussen; *b)* durch vermehrte Wärmeerzeugung im Körper; *c)* durch verminderte Wärmeentziehung von Seiten der Umgebung.

Ein geringer Wärmegrad, die Kälte, entzieht dem Körper zu viel Wärme, bedingt Umfangsverminderung durch Zusammenziehung der Gefässe und Gewebe (Blässe, Härte, Gänsehaut), welche theils direct durch die Einwirkung der Kälte, theils indirect durch die Nerven und die Contraction contractiler Fasern zu Stande kommt; es folgt ferner wegen der Zusammenziehung der äussern Theile Blutanhäufung in inneren Organen; die Hautabsonderung wird vermindert oder ganz aufgehoben. Da der Durchgang von Flüssigkeiten durch Capillarröhren, sowie die Enosmose, durch die Kälte sehr verlangsamt wird, so wird sich das Blut in kalten Hauttheilen auch mehr ansammeln müssen; diese röthen sich deshalb auch und turgesciren (weil dann mehr Ernährungsflüssigkeit ausgeschieden werden muss); bleibt das Blut aber längere Zeit in ihnen, dann wird es venöser, der Theil blauroth, die Gefässwände erschlaffen und die Röhren bleiben erweitert. Dauert dieser Process noch länger fort, so hören Circulation, Ernährung und Stoffwechsel auf, der Theil erfriert und wird zuletzt brandig. Höhere Grade der Kälte, wenn sie andauernd auf den Körper wirken, bringen, durch Herabsetzung der Circulation und Zurücktreibung des Blutes nach innen, einen Zustand von Erstarrung (selbst von Gefrieren), Gefühllosigkeit, Asphyxie und Lähmung hervor, der, wenn nicht eine vorsichtige Wiedererwärmung stattfindet, in den Tod übergeht. Wirkt die Kälte nur vorübergehend ein, so bedingt sie durch die nachfolgende Reaction einen dem Frostzustande entgegengesetzten (Aufregung). Kalte Luft wird den Respirationsprocess insofern steigern müssen, als wegen ihrer Verdickung absolut mehr Sauerstoff eingeathmet wird, weshalb vielleicht das Blut sich bei kalter Luft im Allgemeinen gerinnbarer und zu Entzündungen (mit faserstoffiger Exsudation) geneigter zeigt. Es wird ferner aber auch die eingeathmete kalte Luft auf die Lungennerven reizend einwirken und so durch Reflex den Athmungsprocess beschleunigen; nothwendig müssen sich freilich anfangs die Capillaren der Lunge

durch die Kälte zusammenziehen und enger werden. — Aehnlich wie bei der Verbrennung lassen sich auch bei örtlicher Erfrierung, nach der Heftigkeit und dem Ausgange, 3 Grade unterscheiden: 1) einfache Entzündung (dunkle, blaurothe Färbung der gespannten, glänzenden Haut, Frostbeulen, *perniones*, Geschwulst durch seröse Infiltration); 2) Entzündung mit Blasenbildung und Vereiterung; 3) Brand (meist trockner). — **Erkältungskrankheiten.** Die Erkältung ist bei den Aerzten und Laien eine der mächtigsten Krankheitsursachen geworden, und es ist üblich, anzunehmen, dass durch Erkältung die Hautsecretion unterdrückt und so ein dem Organismus feindseliger Stoff im Blute zurückgehalten wird (rheumatisches Fieber erzeugend), welcher dann durch seine Ausscheidung bald an diesem, bald an jenem Orte ein entzündliches Localleiden mit reissenden Schmerzen (Rheumatismus) hervorruft. Allein diese Annahme ist durch keine sichern Beobachtungen begründet, sondern eine der Physiologie der Haut widerstreitende Hypothese (s. später bei Haut).

Anwendung der Kälte. Da die allgemeine Wirkung der Kälte in Verminderung der Lebensthätigkeit besteht, welche, wenn die Kälte intensiv und dauernd wirkt, den Tod verursacht, wenn sie aber nur gemässigt und vorübergehend ist, durch Reaction eine vermehrte Thätigkeit des Organismus nach sich zieht, so muss man zwei Arten der Kälte-Wirkung unterscheiden, nämlich die directe oder primäre (Beruhigung oder Verminderung der Lebensthätigkeit) und eine indirecte oder secundäre (Reaction). Der Einfluss der Kälte kann aber als ein dreifacher betrachtet werden, nämlich: als physikalischer (Veränderung des Volumens, der Temperatur und des tropfbarflüssigen Zustandes der Körper, Herabsetzung der Capillarität und Enosmose nach sich ziehend), als chemischer (verringerte Neigung zu Veränderungen der Zusammensetzung und Entmischung bedingend) und als vitaler, physiologischer, dynamischer (durch die Nerven Abänderungen des Lebensprocesses erzeugend, und zwar direct oder indirect). Um die Temperatur des Körpers zu vermindern, gibt es zwei Wege: durch Wärmeentziehung, indem kalte Substanzen an den Körper gebracht werden; und durch Verminderung der Wärmeerzeugung im Körper (durch kühlende oder beruhigende Mittel). — Die hauptsächlichsten Zwecke, die wir durch Anwendung der Kälte zu erreichen streben, sind: 1) krankhafte Hitze zu lindern; 2) die zu grosse Gefässthätigkeit zu beseitigen; 3) heftige Schmerzen bei Entzündungen zu lindern; 4) Contractionen hervorzurufen; 5) plötzlichen und heftigen Eindruck auf das Nervensystem zu machen; 6) den allgemeinen Tonus zu erhöhen, u. s. f. — **Angewendet** wird die Kälte in Form der kalten Luft, des kalten Wassers (Bäder, Umschläge, Begiessungen, Waschungen, Einspritzungen, Bespritzung, Getränk), des Eises und Schnees.

Verbrauch von Stoff und Erzeugung von Wärme müssen, wie aus dem Gesagten hervorgeht, zwei stets neben einander vorkommende Erscheinungen sein; an beide ist das Fortbestehen des Lebens gebunden. Entziehen wir dem Körper mehr oder weniger Wärme, so verbrauchen wir demselben auch mehr oder weniger Stoff. Kinder, deren Stoffwechsel am raschesten ist, können die Wärmeentziehung am wenigsten ertragen. Mit der Zunahme der Kälte zeigt sich das Wachsthum beschränkt. So lange der Körper Stoff und Kraft genug besitzt, um die durch die Kälte entzogene Wärme rasch wieder zu ersetzen, stärkt ihn die Kälte. Wird aber die Kälte zu andauernd und intensiv, so gibt der Organismus Verrichtungen, die er am ehesten entbehren kann, so viel als möglich auf, um mit allen Nahrungsmitteln nur Wärme zu gewinnen und dem stockenden Stoffwechsel in den zum Leben nöthigsten Organen zu genügen. Durch Kälte werden daher die Geschlechtsfunctionen abgestumpft, die Menstruation nimmt gewöhnlich ab, die Fruchtbarkeit ist gering, das Wachsthum bleibt zurück, die geistigen Verrichtungen werden untergraben, die Sinne ermüden und sterben ab, der Schlaf wird unüberwindlich; endlich leidet auch die Ernährung der zum Leben nöthigen Organe, das Herz schlägt schwächer, die entfernten Körpertheile sterben ab, zuletzt hört jeder Stoffwechsel auf *(Budge)*. — Die **Leichen Erfrorner** sind bleich, ohne Todtenflecken, mit Gänsehaut, die Gesichtszüge ruhig und wenig entstellt, die Fasern starr und brüchig, die Säfte zu Eis gefroren, die innern Organe blutreich, besonders Lungen, Gehirn und Leber, bisweilen Blutergüsse.

NB. Es ist wohl zu unterscheiden, ob Hitze oder Kälte nur vom Patienten (subjectiv) oder auch vom Arzte (objectiv) wahrgenommen wird. Hitzegefühl kann ohne wirkliche Temperaturerhöhung des Körpers und der umgebenden Medien, ja selbst bei äusserer Temperaturverminderung und auffallender Kälte der Körperoberfläche existiren, und umgekehrt kann Patient frieren bei grosser Wärme um und in ihm.

VII. **Licht.** Man pflegt die Weltkörper in selbstleuchtende und dunkle zu unterscheiden; die letztern werden nur dadurch sichtbar, dass ihnen von den erstern Licht mitgetheilt wird; das Licht denkt man sich aber entweder als aus kleinen Körpertheilchen bestehend und mittels einer unbekannten Kraft in Strahlen den Weltraum durcheilend (d. i. die Emanations- oder Emissionstheorie), oder man nimmt eine den ganzen Weltraum und das Innere der Körper erfüllende feine Materie (Aether) an, durch deren von den Selbstleuchtern angeregte und fortschreitende Vibrationen die Lichterscheinungen zu Stande kommen (d. i. die Undulationstheorie). Zu den selbstleuchtenden Körpern rechnet man ausser der Sonne, den Fixsternen und etwa den Kometen noch die brennenden und phosphorescirenden Körper. Viele an sich dunkle Körper können unter mancherlei Umständen selbstleuchtend werden, so verschiedene Thier- und Pflanzenstoffe beim Beginne der Verwesung, gewisse andere Körper durch Stossen, Schlagen, Reiben oder Erwärmen. Auch gibt es Körper, sogen. Lichtsauger, welche, eine Zeit lang dem Sonnenlichte ausgesetzt, einen Lichtschein verbreiten (wie der gebrannte Schwerspath, und verschiedene Kalksalze). Körper, welche das Licht durchlassen, nennt man durchsichtige, solche dagegen, die dies nicht thun, undurchsichtige; zwischen beiden stehen die halbdurchsichtigen oder durchscheinenden.

[Die Gesetze, nach denen sich das Licht verbreitet, s. später in der Optik beim Auge.]

Im menschlichen Körper besitzt kein Theil das Vermögen, Licht zu entwickeln (zu phosphoresciren), wie dies bei einigen Pflanzen (s. S. 68) und Thieren (s. S. 94) der Fall ist. Denn das Leuchten der Augen bei Albinos, ähnlich dem der Katzenaugen, entsteht durch reflectirtes Licht und mangelt bei vollständigem Abschlusse aller äussern Lichtstrahlen; und subjective Lichtempfindung (bei Affection des Sehnerven) gehört nicht hierher, da dieses Licht von einem Andern nicht wahrgenommen werden kann. Es soll sich aber manchmal bei Menschen unter krankhaften Verhältnissen eine solche elektrische Spannung einstellen können, dass man ihrer Haut, wie dem Conductor einer Elektrisirmaschine, einzelne Schläge, von Funken begleitet, entziehen kann. Auch kann bisweilen noch der todte menschliche Körper, wahrscheinlich in Folge seines Fäulnissprocesses, phosphoresciren.

Einfluss des Lichtes auf den Körper. Dass das Licht als Lebensreiz auf lebende Wesen wirkt, zeigt sich deutlich im vegetabilischen und animalischen Reiche. Es befördert nämlich den Ernährungsprocess der Pflanzen und seine Abwesenheit bedingt den Pflanzenschlaf, sowie das Bleichen. Was die Thiere betrifft, so wirkt hier das Licht theils als Beförderungsmittel ihrer Entwickelung und Ernährung, theils als specifischer Reiz auf das Auge. In letzterer Hinsicht erweckt es beim Menschen, in Folge des Sehens, hauptsächlich die Vorstellungen. Die Bleichsucht (Leukophlegmasie) bei Menschen, welche im Dunkeln lebten, ist vielleicht dem Bleichen der Pflanzen beim Lichtmangel zu vergleichen; auch hat man Scrofeln und Cretinismus vom Mangel an Licht abhängig gemacht; Helligkeit stimmt zur Heiterkeit und Thätigkeit, Dunkelheit zum Schlaf, Trübsinn und zur Trägheit; im Dunkeln werden auch die Athemzüge seltener. Die einfache Thatsache, dass unbedeckte Hautstellen dunkler gefärbt sind, als bedeckte, zeigt deutlich den Einfluss des Lichts auf den Körper; auch dürfte die nachtheilige Wirkung der Sonnenstrahlen beim sogen. Sonnenstiche hauptsächlich dem Lichte, weniger der Wärme, zuzuschreiben

sein. — Wollen wir uns die Einwirkung des Lichtes auf den menschlichen Körper einigermaassen erklären, so müssen wir seine Wirkung in der unorganischen Welt betrachten. Hier zeigt sich, dass das Licht eine sehr bedeutende chemische Kraft besitzt, die sich besonders dadurch äussert, dass sie eine kräftige Verwandtschaft zwischen Kohlenstoff oder Wasserstoff einerseits und Sauerstoff andererseits anregt, also zwischen Stoffen, deren Verbindung im menschlichen Körper beim Stoffwechsel (und in diesem besteht das Leben) unentbehrlich ist. Vorzüglich wird das Licht die Verbindung dieser Stoffe in der Haut begünstigen und so die Thätigkeit dieses Organes besonders unterstützen. Doch dürfte das Licht auch auf die peripherische Ausbreitung der Hautnerven reizend einwirken und so, ausser seiner physikalischen und chemischen, noch eine vitale (physiologische) Wirkung äussern. Jedenfalls ist der belebende, anregende Einfluss des Lichtes bei unvollkommener Ernährung, trüber Gemüthsstimmung, gesunkener Irritabilität mit als Heilmittel anzuwenden, während Dunkelheit bei Erregungen der verschiedensten Art zu empfehlen ist. Die exaltirten Geisteskranken sind bei heller Beleuchtung unruhig, während ihre Aufregung in der Dunkelheit nachlässt; deprimirte Geisteskranke befinden sich dagegen im Hellen besser wie im Dunkeln. Bei fieberhaften und entzündlichen Leiden ist es rathsam, im Krankenzimmer Dämmerung zu verbreiten. — Der Einfluss des Mondlichtes auf den Menschen und bestimmte Krankheiten desselben ist bis jetzt noch nicht erforscht und dürfte wohl in den meisten Fällen ein erdichteter sein.

VIII. **Magnetismus** und **Elektricität.** Der menschliche Körper besitzt keine solchen Eigenschaften, welche man dem mineralischen Magnetismus zuschreibt und hauptsächlich in Anziehung des Eisens bestehen (sowie in einem polaren Zustande seiner kleinsten Massentheilchen). Auch wird unser Körper durch den mineralischen Magnetismus auf keine besondere bemerkbare Weise afficirt, obschon man in den ältesten wie in den neuesten Zeiten diesen Magnetismus bei vielen, sehr verschiedenen Krankheiten (besonders sogen. rheumatischen und neuralgischen) in Gebrauch zog. Ob die verschiedenen Zustände des Erdmagnetismus von bedeutendem Einflusse auf unsern Organismus sind oder nicht, ist noch ganz unbekannt. Dass die chemischen Processe und die ungleichen Wärmegrade der Theile unseres Körpers indirect durch Vermittelung eines elektrischen Multiplicators auf die Magnetnadel wirken müssen, ist natürlich. Was man mit dem Namen des thierischen Magnetismus bezeichnet, hat, abgesehen von seiner Wahrheit überhaupt, keine Verwandtschaft mit den physikalisch-magnetischen Erscheinungen *(Valentin)*. — Anders verhält es sich mit der Elektricität, welche (als Berührungs und Frictions-Elektricität) schon theoretisch im menschlichen Körper vorausgesetzt werden kann, da sich in ihm benachbarte Theile von verschiedener Dichtigkeit mit differenten Oberflächen berühren und an einander bewegen, die Organe verschieden temperirt sind und in diesen mannichfache chemische Processe vor sich gehen. Allein diese elektrischen Spannungen sind sehr gering (nicht wie bei den elektrischen Fischen, welche nach Willkühr elektrische Schläge austheilen; s. S. 94) und können nur mit Hülfe von Condensatoren oder Multiplicatoren (mit *Bohnenberger's* Elektrometer) nachgewiesen werden. Denn da die Feuchtigkeit die Elektricität rasch leitet, unser Körper aber ganz stark durchfeuchtet ist, so müssen die sich bildenden elektrischen Ströme sogleich allseitig vertheilt und abgeleitet werden. Nur in den

trockenen Horngebilden (Oberhaut, Haare, Nägel), welche, wenn nicht durchfeuchtet, sehr schlechte Elektricitätsleiter sind und wie Isolatoren für die innern nassen Theile des Körpers wirken, kann sich unter günstigen Verhältnissen ein Quantum Elektricität anhäufen und sich später plötzlich mit einer Explosion, mit Schlag und Funken, entladen. Es soll auch bei einzelnen, sehr seltenen Krankheitsfällen, wirklich sich ein solcher elektrischer Zustand einstellen können, dass man aus dem menschlichen Körper, wie aus einem geladenen Conductor einer Elektrisirmaschine, Funken zu ziehen vermag.

Wie es scheint, verhalten sich im Allgemeinen die festern, dichtern Theile gegen die weichern positiv elektrisch. Hiernach wären die Knochen die stärksten positiven, die Flüssigkeiten und das Fett die stärksten negativen Theile. Nach ältern Beobachtungen sollten Männer grösstentheils positive, Frauen meist negative Elektricität entwickeln. Allein neuere Versuche lehrten, dass die Spannung bei Männern wie bei Frauen, bei gesunden wie bei kranken Menschen, positiv sei. Ganz problematisch sind die Angaben, dass bei verschiedenen Krankheiten die verschiedene Beschaffenheit der Hautabsonderungen und die verschiedene Hautelektricität mit einander im Zusammenhange stehen, dass bei saurem Schweisse (Rheumatismus, Masern) positive, bei basischem (Scharlach, Wechselfieber, Influenza) dagegen negative Elektricität frei werde. — Die Ansicht, dass die Elektricität mit dem in den Nerven wirkenden Principe (dem Nervenfluidum) identisch sei, widerlegt *Valentin* durch die Verhältnisse bei den elektrischen Fischen. Er sagt: Hätte hier die Natur dem Thiere eine stärkere Elektricitätsentwickelung als Waffe geben wollen, so brauchte sie nur den Nervenapparat zu verstärken oder die dabei sich entwickelnde Elektricität durch Condensation oder Multiplication zu verdichten. Keines von beiden findet aber Statt. Wir sehen vielmehr in den elektrischen Organen der Zitterfische Apparate, welche sich noch am meisten mit galvanischen Batterien parallelisiren lassen. Ueberdies zeigt eine genauere Vergleichung des feineren Nervenverlaufes in ihnen mit den durch Beobachtung constatirten Richtungen der entwickelten Elektricität, dass sowohl bei dem Zitterrochen, als bei dem Zitteraale die Strömungsdirection des Nervenfluidums auf der der Elektricität senkrecht steht. Eine solche gegenseitige Beziehung finden wir aber nur bei heterogenen Agentien, wie z. B. bei Magnetismus und Elektricität. Es lässt sich hieraus vermuthen, dass diese und das Nervenfluidum verschiedenartige Principe darstellen, dass sie sich aber wechselseitig erregen und dass daher Strömungen des Einen Strömungen des Andern bedingen. Dass ein jeder in unsern Körper eingeleiteter elektrischer Strom, wenn er stark genug ist, die Energieen des Nervensystems in Thätigkeit setze, ist längst bekannt. Auf diesem Grundsatze beruht auch der grösste Theil der medicinischen Anwendungsarten der Elektricität. Dagegen gelang es bis jetzt noch nicht, die durch Nerventhätigkeiten entstehenden elektrischen Strömungen am Multiplicator mit Bestimmtheit nachzuweisen. Der Hauptgrund dieses Uebelstandes liegt offenbar in der Durchfeuchtung aller thierischen Theile, welche von Nerven durchzogen und durch diese direct afficirt werden.

Wirkung der Elektricität auf den menschlichen Körper. **Elektrische Ströme** bewegen sich mit grosser Geschwindigkeit und Intensität durch den Körper, denn wenn auch die Leitungsfähigkeit thierischer Theile, vorzüglich der Nerven, für Elektricitätsströme gegen 300 Millionen Mal geringer als die des reinen Kupfers ist, so ist sie dessenungeachtet verhältnissmässig sehr gross. Aus diesem Grunde muss jede schwache elektrische Spannung sofort abgeleitet und ausgeglichen werden. Die verschiedenartige Wirkung der strömenden Elektricität auf den menschlichen Körper erklärt sich durch ihre differenten physikalisch-chemischen Effecte, sowie durch ihre Eigenschaft, entsprechende Thätigkeiten des Nervenfluidums anzuregen. Hat sich

in einem Menschen, der auf dem Isolirschemmel durch den Conductor einer Elektrisirmaschine geladen wurde, eine grössere Menge Elektricität angehäuft, so verhält er sich wie jeder andere mit Elektricität gefüllte schlecht leitende Körper; es springt nämlich die Elektricität, wenn er von einem andern Leiter nur durch eine dünne Luftschicht getrennt ist, mit Geräusch und Funkenbildung über, oder sie entladet sich auch wohl von selbst. Im Momente der Ausgleichung bedingt aber die überspringende Elektricität im Körper des Elektrisirten verschiedene subjective Reactionen, wie: ein schmerzhaftes Knacken in den Gelenken (vielleicht weil die Knochen als dichteste Theile unseres Körpers die grösste Menge Elektricität aufnehmen und so ein stärkeres Ueberspringen in den Gelenken stattfindet); unwillkührliche Muskelzuckungen (durch Reizung der motorischen Nerven); Schmerz (durch Irritation der sensitiven Nerven); subjective Licht-, Schall-, Geruchs- und Geschmacks-Empfindungen (Feuersehen, Ohrensausen, Salzgeschmack u. s. f.). Sind die Schläge heftig, so werden die Nerven dadurch stark angegriffen, und es entsteht ein momentaner oder anhaltender lähmungsartiger Zustand. Es vermögen selbst bedeutende elektrische Schläge, abgesehen von der durch die Temperaturerhöhung und die Funkenbildung bedingten Verbrennung, heftige Verletzungen und den Tod durch Lähmung der Nervencentra nach sich zu ziehen. Wegen ihrer Einwirkung auf die Nerven wird die Elektricität insofern zum Heilmittel, als sie torpide, gelähmte Nerven reizt, gleichsam übt und ihnen so das frühere normale Leitungsvermögen zurückbringt. Bei reizbaren Nerven muss sie natürlich durch Ueberreizung und nachfolgende Lähmung derselben grossen Schaden bringen können. Geringere Grade von Elektricitäts-Einwirkung erzeugen das Gefühl von durchströmender Kühle oder plötzlicher innerer Ausdehnung, von Brennen, Beissen und Prickeln; der Puls wird frequenter und voller; die Haut röthet sich, schwitzt und es schiessen selbst einzelne Bläschen auf; es scheint, als sei der behaarte Theil des Gesichts mit Spinngewebe überzogen und als sträubten sich die Kopfhaare empor. — Man war und ist wohl auch noch jetzt gewohnt, der ruhenden oder strömenden **Luftelektricität** (d. h. derjenigen in ihrem Verhalten der Physik selbst noch keineswegs hinlänglich bekannten Elektricität, welche dem Luftkreise eigenthümlich ist und in ihm unter dem Einflusse der Sonne durch die Gegenwirkung der Erde erzeugt wird) einen grossen Einfluss auf den menschlichen Körper, sowie auf Entstehung von Krankheiten zuzuschreiben. Man wurde zu dieser Annahme durch folgende Beobachtungen geführt: 1) man sah zuweilen in gewitterreichen Jahren oder nach Gewittern plötzlich Krankheiten entstehen oder sich verschlimmern; 2) vor Eintritt des Gewitters treten bei vielen Menschen Angst, Beklommenheit, Kopfschmerz, Schwindel und ähnliche Erscheinungen ein und selbst Thiere scheinen sich zu ängstigen; 3) man will Abnahme der Luftelektricität bei Zunahme der asiatischen Cholera und des gelben Fiebers beobachtet haben. Doch ist es nicht unmöglich, dass dieser Einfluss, welchen man der Luftelektricität zuschreibt, der veränderten Feuchtigkeit, Wärme und Strömung der Luft zukommt. Jedenfalls müssen wir jetzt noch unsere völlige Unkenntniss von dem Einflusse der Luftelektricität auf den menschlichen Körper eingestehen.

Anwendungsweise der Elektricität. Die Elektricität lässt sich, um sie als Heilmittel anzuwenden, aus verschiedenen Quellen entwickeln, doch sollen die Stärke und Eigenschaften dieses Imponderabiles, wenn es auf verschiedene Weise frei wird, keineswegs ganz dieselben sein. *a)* Die **Reibungs- (Franklin'sche) Elektricität**, durch die gewöhnliche Elektrisirmaschine erzeugt, wird auf verschiedene Weise angewendet und soll darnach auch eine verschiedene Einwirkung wenigstens in der Stärke haben: 1) Das **elektrische Bad** (wo der Kranke auf den Isolirschemmel gebracht und mit dem Conductor der Maschine in leitende Verbindung gesetzt wird) gibt eine mässige Einwirkung (leichte Pulsbeschleunigung, Schweiss); die ganze Oberfläche des Körpers wird hierbei positiv elektrisch, während die Luft, welche den Körper umgibt, durch Induction negativ elektrisch gemacht wird; die positive Elektricität strömt fortwährend aus allen Spitzen der Oberfläche aus. 2) Der **elektrische Hauch** (bestehend in der Einwirkung eines Stromes elektrisirter Luft) wirkt als gelindestes Reizmittel und wird gegen zarte Theile (Augen, Hoden, Geschwüre) angewendet. 3) Der **elektrische Funken** (plötzliche Entladung, indem man dem Kranken auf dem Isolirschemmel den Knopf eines nicht isolirten Leiters nahe bringt) verursacht ein scharfes, stechendes Schmerzgefühl und Röthe. Die beiden Oberflächen, zwischen denen der Funken überschlägt,

befinden sich im entgegengesetzten elektrischen Zustande; je näher dieselben einander stehen und je kleiner die Kugel ist, desto geringer fällt die Stärke des Funkens aus. 4) Der elektrische Schlag (mittels einer geladenen Leydener Flasche) bringt starken Schmerz (besonders in den Gelenken) und Erschütterung hervor. 5) Der elektrische Strom (wobei Patient auf dem Boden steht und ein Theil des Körpers unmittelbar oder mittelbar durch einen Draht oder eine Kette mit dem Conductor der Maschine verbunden wird) hat eine sehr geringe Wirkung. 6) Die elektrische Friction (elektrischer Funken durch Flanell geschlagen) erregt eine behagliche Wärme ohne weitere unangenehme Empfindungen. Man hat die Reibungs-Elektricität angewendet: um die Gefühls- oder Bewegungsnerven anzuregen, und die Secretionen oder Absorption zu befördern. — *b)* Die **Berührungs- (Volta'sche) Elektricität** (Galvanismus), durch eine Säule, eine einfache Kette, den Trog- oder Becherapparat entwickelt, bringt im Allgemeinen ähnliche Wirkungen wie die Reibungselektricität hervor, und wird ebenfalls zur Reizung sensitiver und motorischer Nerven, zur Beförderung der Secretion und Resorption benutzt; auch hat man sie zur Auflösung von Harnsteinen, zur Coagulation des Blutes in Aneurysmen, zur schnellen Absorption von Arzneistoffen angewendet. Bei der galvanischen Elektricität belegt man zum Unterschiede von den magnetischen, thermischen und chemischen Effecten derselben die eigenthümlichen Einwirkungen auf die Nerven mit dem Namen der physiologischen. — *c)* Der **Elektromagnetismus** wird mit Hülfe des magnetoelektrischen Rotationsapparates verwendet und zwar häufiger als die Elektricität und der Galvanismus, weil seine Wirkung, die übrigens jenen im Allgemeinen ganz ähnlich ist, eine stets gleiche bleibt und leicht durch die Schnelligkeit des Umdrehens gesteigert und gemildert werden kann, abgesehen davon, dass ein solcher Apparat sich leicht transportiren lässt und keine Vorbereitungen erfordert. — *d)* Die **Thermoelektricität**, der **Thermomagnetismus**, durch Erwärmen von Metallen erzeugt, wird nicht zu medicinischen Zwecken verwendet, obschon auch hierdurch dieselben Wirkungen wie durch Elektricität, Galvanismus und Elektromagnetismus erzielt werden.

B. Chemische Gesetze. Dass im menschlichen Körper Processe auftreten, die nach rein chemischen Gesetzen vor sich gehen, lässt sich schon *a priori* behaupten. Denn sind die Elemente der organischen Natur auch Elemente der unorganischen, wie dies doch der Fall ist (s. S. 24), so müssen sie hier wie dort gleiche Eigenschaften besitzen und denselben chemischen Veränderungen unterworfen sein. Es sind aber auch Zersetzungen, Substitutionen und Metamorphosen, wie sie im Thierkörper vorkommen, wenn auch nicht alle, doch viele und selbst sehr zusammengesetzte, ausserhalb des Körpers künstlich zu Stande gebracht worden und von sehr vielen lässt sich wenigstens die Möglichkeit der künstlichen Herstellung nachweisen. Nur der Umstand, dass bisher alle Versuche, organische Körper aus Elementen darzustellen, fast ganz gescheitert sind, wird noch lange eine Stütze für die Annahme einer eigenthümlichen, vital-chemischen Kraft abgeben, Doch hängt davon wohl nicht zu viel ab, sobald wir nur die Gesetze genau kennen lernen, nach denen die eigenthümlichen chemischen Erscheinungen vor sich gehen, wenn wir sie auch nicht nachahmen können. Zuvörderst haben wir zu berücksichtigen, dass im menschlichen Körper aus den Elementen organische Substanz durchaus nicht gebildet wird, sondern dass das Pflanzen- und Thierreich uns diese schon bereitet überliefert. Es kommen daher in unserm Organismus nur Umwandlungen, weitere Verbindungen und Zersetzungen organischer Substanzen vor, wobei allerdings unorganische Verbindungen aus den Elementen sich zu bilden scheinen. So kommen z. B. schwefelsaure Alkalien in einer Menge im Harne vor, in welcher wir dieselben nicht mit den Nahrungsmitteln aufnehmen; die Schwefelsäure derselben muss sich aus den Elementen gebildet haben.

Da während des Lebens eine immerwährende Bewegung von Moleculen und Moleculaggregaten, die sich theils neu bilden, theils auflösen, vor sich geht, also ein ununterbrochener Process, in dem sich Anfang, Fortgang und Ende der Bewegungen zu gleicher Zeit kreuzen, so müssen sich auch sehr oft die verschiedenen Stoffe in dem Augenblicke ihrer Entstehung, ihrer

Trennung und anderen Verbindung, im *statu nascente*, begegnen und mit Hülfe verschiedener Bedingungen, an welche diese oder jene Wirkung der Verwandtschaft gebunden ist, unter einander vereinigen. Aus diesem Grunde dürfte es unmöglich sein, die physiologisch-chemischen Processe in allen ihren Richtungen genau zu erforschen und ausserhalb des Körpers nachzumachen, sowie alle Substrate, die bei einem solchen Processe concurriren, aus dem scheinbaren Chaos herauszusuchen und genau der Eigenschaften zu erkennen. Ja ein Irrthum ist es, sagt *Lehmann*, wenn der Chemiker sich schmeichelt, bei der fortwährenden Umwandlung der Stoffe das Leben und die Bewegung der organischen Substrate mit einem Male hemmen, und die Lage der chemischen Molecule in dem Augenblicke des Stillstandes erforschen zu können, wenn er wähnt, die von ihm ausgeschiedenen Stoffe seien vollkommen Das, was sie während der Lebensbewegung aller Molecule im organischen Körper waren. Es ist unmöglich, mit einem Schlage das Räderwerk der Molecularbewegung aufzuhalten und die bewegten Theile mit einem Male stehend und starr zu machen, sie auf ihrem labilen Schwerpunkte zu erhalten und die einzelnen Theile dieses chemisch-vitalen Mechanismus aus einander zu nehmen. — Häufig möchten auch Verbindungen, Umwandlungen und Zersetzungen in unserm Körper durch die sogenannte Contactwirkung (s. S. 24) zu Stande kommen. *Liebig* erklärt nämlich manche Erscheinungen, welche bisher nach den gewöhnlichen Affinitätsgesetzen ganz unerklärlich waren, dadurch, dass er vielen Körpern die Eigenschaft zuschreibt, sich nur dann zu zersetzen oder umzuwandeln, wenn ihre durch eine gewisse Trägheit in ihrer gegenseitigen Lage zusammengehaltenen chemischen Molecule durch einen andern Körper, dessen Molecule bereits in Bewegung, d. h. in Umwandlung, Zersetzung begriffen sind, zu einer gleichen Bewegung, d. h. einer gleichen oder ähnlichen chemischen Action bestimmt werden. Diese Contactwirkung dürfte vorzüglich im Blute ihr Spiel treiben; hier gehen ununterbrochen Veränderungen vor, mit jedem Pulsschlage wird ein Theil des Farbestoffes des Blutes durch den atmosphärischen Sauerstoff hochroth, ein anderer in der Berührung mit den verschiedenen Geweben dunkelroth; unaufhörlich werden Stoffe aus dem Blute entfernt und andere gelangen hinein und es kann daher keine Flüssigkeit gedacht werden, in welcher leichter den Atomen des einen Körpers eine Bewegung durch Bewegung der Atome eines andern mitgetheilt werden könnte. Wie leicht und schnell wird nicht die ganze Blutmasse durch Eintritt schädlicher Stoffe zersetzt (z. B. des Eiters, der Jauche bei der Eitergährung oder Pyämie)? Ohne Zweifel wird die unendliche Mannichfaltigkeit der Aeusserungen, welche man mit dem Namen der Lebenserscheinungen belegt, durch das verschiedene Zusammenwirken einfacher physikalischer und chemischer Gesetze unter vielfachen Verhältnissen zu Stande gebracht.

Alle in unsern Körper aufgenommenen Stoffe unterliegen fortwährend bis zu ihrem Wiederaustritt aus dem Körper einer Umwandlung; von dem ersten Augenblicke ihrer Aufnahme wirken andere Stoffe auf sie ein, damit die neuern Stoffe den ältern immer ähnlicher und zur Ausübung einer Function geschickt werden. Es arbeitet nämlich unser Organismus möglichst wenig mit einfachen Körpern, fast stets mit zusammengesetzten organischen Substanzen. Schon dem ersten Keime liegen solche zum Grunde. Die Nahrungsmittel müssen immer, wenn das Leben durch sie erhalten werden soll, complexe organische Materien in reichlichem Maasse enthalten. Nur zu dem durch das Athmen bedingten Verbrennungsprocesse gebrauchen wir den einfachen Sauerstoff. Sonst erscheinen aber unzerlegte Stoffe und selbst binäre Verbindungen blos als Nebenproducte der Zersetzung und sind in der Regel zur Ausscheidung bestimmt. So die Kohlensäure und der Wasserstoff in den Gasen, die wir in dem Magen antreffen; die Kohlensäure und das Wasser, welche durch die Lungen und Hautausdünstung entleert werden; die Kohlensäure, das Kohlenwasserstoff- und Schwefelwasserstoffgas, welches im Dickdarme existirt. Nur eine allgemeine binäre Verbindung, das Wasser, greift

in die Verhältnisse unseres Organismus wesentlich ein und ist für das Bestehen und die Thätigkeit desselben eben so unerlässlich, als der Sauerstoff der Luft und die ternären und quaternären organischen Substanzen, welche unsern Körper bilden oder die wir als Nahrungsmittel aufnehmen (*Valentin*). — Die aufgenommenen Nahrungsmittel unterliegen schon von der Mundhöhle aus, im Magen und Darmkanale einer Auflösung und mit Hülfe verschiedener Säfte (des Speichels, sauren Magensaftes, Pepsins, der Galle, des pancreatischen Saftes) einer fortwährenden Umwandlung. Denn da die Nahrungsmittel sehr verschiedene Stoffe darbieten, so müssen diese bei der Assimilation zum Theil wenigstens auf eine gleichförmige Art so verändert werden, dass sie sich in unsere Organtheile umwandeln können. Das Brauchbare (Chylus), was aus den Speisen gleichsam extrahirt und von zufällig anhängenden Verunreinigungen befreit worden ist, wird sodann mit Hülfe des rein physikalischen Processes der Enosmose in die Anfänge der Darmlymphgefässe (besonders in den Zotten) befördert und erfährt hier und in den Lymphdrüsen den steten Einfluss der dicht anliegenden, ringsum ausgebreiteten Blutgefässe, indem bei der Zartheit der trennenden Wände und der Verschiedenheit beider Flüssigkeiten (des Blutes und Chylus) nach den Gesetzen der En- und Exosmose ein Austausch von Stoffen stattfinden muss. Ist der Chylus in das Blutsystem eingetreten, so befindet er sich nun in dem lebhaftesten Getriebe chemischer Molecule; unaufhörlich tritt in den Lungen Sauerstoff ins Blut ein und wirkt verändernd auf die Chylusbestandtheile ein, so dass diese dem Blute nach und nach assimilirt werden, dagegen nehmen die Capillaren, welche zugleich die zur Ernährung der Gewebe geeigneten Stoffe abgeben, immerfort chemische Molecule auf, die der lebendigen Function gedient haben und nicht ferner brauchbar sind. Diese letztern (Mauserschlacken) werden mit Hülfe des Sauerstoffs zersetzt und auf einfachere Verbindungen reducirt (zu Wasser, Kohlensäure, Harnstoff, Extractivstoffen u. s. f.), um durch die verschiedenen Ausscheidungsorgane wieder an die Aussenwelt abgegeben zu werden. Da nun die verschiedensten chemischen Molecule an verschiedenen Stellen des Körpers und unter mannichfachen Verhältnissen mit einander in die innigste Berührung kommen, die Stoffe aber nie einander berühren können, ohne auch auf einander zu wirken, so lässt sich leicht einsehen, wie unaufhörlich und an allen Punkten des Körpers neue chemische Verbindungen, Umwandlungen und Zersetzungen im Gange sind.

Chemismus in der Medicin. Einen entschiedenen Einfluss auf den materiellen Fortschritt in der Medicin hat, ausser der pathologischen Anatomie, physikalischen Diagnostik und Nervenphysik, jedenfalls auch die physiologische und pathologische Chemie gehabt. Doch hat man derselben in Betracht ihrer wirklichen Leistungen von vielen Seiten schon eine zu hohe Stellung in der Medicin eingeräumt. *Lehmann* äussert sich hierüber so: Die physiologische Chemie wird allerdings dereinst den Schlussstein unseres medicinischen Wissens bilden, zur Zeit hat sie aber noch keineswegs den Grad von Ausbildung erlangt, um den Forderungen der Medicin zu entsprechen, und deshalb ist man zum grossen Theil auf eine Menge Abwege gerathen, die wir jetzt zu beklagen haben. Bis jetzt vermochten die Analysen pathologischer sowie physiologischer Producte noch keine klare Einsicht in die chemische Werkstätte des Organismus zu gewähren, da noch die Mittel fehlen, um sie nach dem Muster der Mineralanalysen mit wissenschaftlicher Genauigkeit auszuführen. Die Zoochemie ist noch weit davon entfernt, uns eine präcise und gleichzeitig practisch brauchbare Untersuchungsmethode des Blutes zu liefern, und wie sollte dies auch, da man über die chemische Natur der gewöhnlichsten Bestandtheile des Blutes noch im Zweifel ist. Die Mineralstoffe des normalen Blutes sind noch nicht genau bestimmt, denn noch streitet man darüber; die Fette desselben kennt man kaum dem Namen nach; die Frage, ob Faserstoff ein Gemeng mehrer Substanzen oder ein einfacher Stoff sei, ist noch unentschieden; unbekannt ist die Natur und Scheidung des Globulins der Blutkörperchen; an eine Trennung und Bestimmung der soge-

nannten Proteinoxyde ist noch nicht zu denken; noch ist die Frage nicht beantwortet, ob alle Excretionsstoffe im Blute präformirt vorkommen oder nicht. Wie soll bei diesen und vielen andern Zweifeln und Unsicherheiten eine wissenschaftlich brauchbare Untersuchung des Blutes ausgeführt werden! Man analysirt krankhafte Milch und doch kennen wir die beiden Substanzen noch nicht, deren Gemeng man bisher mit dem Namen Casein belegte. Der Harn bildet im krankhaften Zustande so viele Varietäten, und doch läuft unsere Kenntniss dieses so unendlich oft untersuchten Excretes nicht weit über die der quantitativen Verhältnisse in den Hauptbestandtheilen hinaus; Kreatinin und Hippursäure sind noch bei keiner Analyse bestimmt, über den augenfälligen Farbstoffen des Harns lagert noch das dichteste Dunkel. Sehr viel ist über Nahrungsmittel und Verdauung experimentirt und philosophirt worden, und doch wurde noch bis vor Kurzem die Gegenwart der Milchsäure im Magensafte bestritten; über die Wirkungsweise des Pepsins fehlt es nicht an Hypothesen, aber von seiner chemischen Natur wissen wir noch nichts, das nächste Umwandlungsproduct eiweissartiger Körper bei der Verdauung im Magen ist noch gänzlich unbekannt. Wird wohl *Mulder* trotz der äussersten Genauigkeit seiner Analysen des Sulphamids und Phosphamids das Protein retten? Viel unerledigte Fragen! viel unerfüllte Wünsche! Sollen wir bei solchem Stande der Zoochemie uns noch wundern, dass die chemischen Actionen im Thierkörper, ihr verschiedenes Getriebe und ihr Ineinandergreifen, ihr ursächlicher Zusammenhang und ihre Abhängigkeit von äussern Einflüssen und innern Zuständen uns noch nicht durchsichtig geworden sind?

Die physiologische Chemie muss einstens unter den Hülfswissenschaften der Medicin den obersten Rang mit einnehmen. Denn wenn das Endziel aller physiologisch-chemischen Forschung wirklich darauf hinausgeht, die chemischen Erscheinungen des thierischen Lebens in ihren verschiedenen Phasen und in ihrem ursächlichen Zusammenhange aufzufassen, so ergibt sich daraus fast von selbst, dass durch diese Disciplin die wichtigen Fragen der Pathologie und der gesammten Medicin ihre Beantwortung erwarten dürfen. Man wird nicht leugnen können, dass bei weitem die meisten Erscheinungen des thierischen Lebens entweder in chemischen Hergängen bestehen oder von solchen begleitet sind. Selbst die Functionen der Nervensysteme können ohne gleichzeitige chemische Actionen nicht füglich gedacht werden. Gibt es unter der unzähligen Menge von Krankheiten wohl eine einzige, die nicht von gewissen chemischen Veränderungen begleitet wäre? Wird man aber je das Wesen eines Processes erklären oder erfassen können, wenn man einen von dessen integrirenden Factoren ignorirt. Ohne chemische Bewegungen kein Leben; keine Krankheit ohne chemische Veränderungen. Auch in Bezug auf Therapie muss die physiologische Chemie noch eine Hauptrolle spielen; es hat auch schon die neuere Pharmakologie sich hauptsächlich auf chemische Processe und Principien gestützt. Schreibt man einmal den Arzneimitteln nicht mehr übernatürliche Kräfte zu, sondern leitet ihre Wirksamkeit wesentlich von chemischen Facultäten ab, so muss die Chemie auch das Fundament der Pharmakologie sein. Der Arzt wirkt meist nur durch die Materie auf den Körper; diese behält aber die ihr eigenthümlichen Kräfte innerhalb wie ausserhalb des Organismus. Fällt nun auch die Nerventhätigkeit in den Bereich der chemischen Umwandlungen, so können selbst die sogenannten Nervina primär wenigstens nicht wohl anders als chemisch auf dieses System einwirken. *(Lehmann.)*

C. Vitale Kräfte. Eine grosse Reihe der wesentlichsten Erscheinungen unseres Körpers, sowie überhaupt der lebenden Wesen (s. S. 30, 38, 60 u. 91), lässt sich bis jetzt noch nicht auf dieselben Ursachen, welche den Phänomenen der unorganischen Natur zum Grunde liegen, d. h. auf physikalische und chemische Gesetze, zurückführen. Man bezeichnet dieselben mit dem Namen der organischen, vitalen oder Lebenserscheinungen, und rechnet zu ihnen die sogenannten vegetativen (Selbsterhaltung und Fortpflanzung) und animalen Actionen (Bewegung und Nervenleben). Manche denken hierbei an eine organische Kraft, welche alle sogenannten vitalen Verhältnisse leitet und gleichsam über den gewöhnlichen physikalisch-chemischen Kräften stehend, dieselben beherrscht. Ohne Zweifel sind aber die hierbei wirksamen Gesetze ebenfalls die der physikalisch-chemischen Effecte, allein alle Bedingungen sind in dem weisen Schöpfungsplane so genau berechnet,

dass von dem ersten Impulse des Keimes bis zu dem natürlichen Tode Alles von selbst fortrollt und unter den gegebenen Verhältnissen alle Lebensreize von selbst auftreten. Da wir aber die bedingenden Momente der Organisation eines lebenden Wesens nie vollkommen durchschauen können, so müssen wir stets auf eigenthümliche unerklärbare Erscheinungen stossen *(Valentin)*.

a. **Selbsterhaltung.** Vermöge des beständigen Wechsels, der fortwährenden Neubildung und des Absterbens der Materie unseres Organismus, ist derselbe im Stande, sich während der ihm gegebenen Zeit seines Lebens so ziemlich in seiner Integrität zu erhalten, Veränderungen in seinen Organen auszugleichen oder unschädlich zu machen, und selbst Verluste zu ersetzen. In letzterer Hinsicht ist ihm aber nur die Bildung neuer Elementartheile und nie die Bildung ganzer Organe möglich. Was die bei dem Stoffwandel eintretenden Anziehungserscheinungen betrifft, so dürften sie auf rein physikalischen und chemischen Verhältnissen beruhen und nur die Bildung der Organtheile aus dem angezogenen Material (Blastem, Cytoblastem) ist für uns noch eine ganz dunkle Lebenserscheinung. Ueber den Process der Selbsterhaltung s. S. 38 u. 92.

b. **Fortpflanzung.** Wie die Zeugung des Menschen, welche eine getrenntgeschlechtliche ist (s. S. 15 u. 72), erfolgt, ist uns vor der Hand noch ein Geheimniss und dürfte auch noch lange ein Problem bleiben. Die Fragen, warum bei der Zeugung das Ei nicht gleich in der Vollkommenheit erzeugt werde, die es zur Entwickelung bedarf, sondern die Einwirkung des Samens erfordert; warum Samen und Ei nicht in einem Organismus gebildet werden, und welche Rolle der Samen, welche das Ei bei der Zeugung spielt, stehen noch durchaus unbeantwortet da.

c. **Nervenleben.** Es ist hinsichtlich seiner Organe und Aeusserungen so ziemlich dasselbe, welches auch den höhern Thieren zukommt und unterscheidet sich, wie es scheint, nur durch die stärkere, von der grössern Vollkommenheit des Gehirns abhängige physische Kraft (s. S. 95). Ausführlicheres hierüber s. später in der Neurologie.

d. **Bewegung** (s. S. 91). Die Kräfte, durch welche die sogenannte lebendige Bewegung in unserem Körper hervorgerufen wird, sind theils an Cilien oder Wimpern, theils an contractile Fasern gebunden; das Nervensystem ist es aber, wodurch in den allermeisten Fällen die Bewegung nach den Umständen und Verhältnissen zweckmässig eingeleitet und ausgeführt wird.

Cilien, Wimpern (s. S. 91), d. s. sehr feine mikroskopische, wasserhelle, haarförmige Fäden, welche breiter als dick sind, eine breitere und dickere Basis und ein abgerundetes oder spitzes Ende haben. Diese Cilien (von $^1/_{500}$ bis $^1/_{250}$''' Länge und $^1/_{2000}$ bis $^1/_{1300}$''' Breite) sitzen zu 3 bis 8 an der Zahl und bald wie Franzen (an Länge gleich und gestreckt), oder wie Pinselhaare (in der Mitte höher wie an den Seiten), bald von einer Seite zur andern an Länge continuirlich abnehmend, auf dem freien breiten Ende cylinderförmiger Epitheliumzellen und scheinen aus derselben Substanz wie die Membran dieser Zellen zu bestehen. Das von diesen bewimperten Zellen construirte Häutchen führt den Namen des Flimmerepitheliums *(epithelium ciliatum vibratorium)* und findet sich im menschlichen Körper an folgenden Stellen vor: in der Nasenhöhle, so weit sie von knöchernen Wänden gebildet wird; hier beginnt es kurz über den Nasenöffnungen und setzt sich fort: in die Nebenhöhlen der Nase, durch die Thränenwege (den *canalis* und *saccus lacrymalis*) bis zum innersten Theil der *conjunctiva palpebrarum*, sowie auf der obern Partie des weichen Gaumens und Pharynx durch die Ohrtrompete bis zur Einmündung derselben in die Paukenhöhle. In den Luftwegen beginnt das Flimmerepithelium an der untern Fläche des Kehldeckels und zieht sich dann durch den Kehlkopf, die Luftröhre, Bronchi

und Bronchia bis in die Lungenbläschen. In den **weiblichen Geschlechtstheilen** zeigen sich die Flimmerzellen zuerst an den Muttermundlippen und dem Halse des Uterus (nach Einigen erst von der Mitte des Mutterhalses an), von wo sie sich längs der innern Oberfläche der Gebärmutter und der Tuben bis zu den gefranzten Enden der Fallopischen Röhren verbreiten. Bei jeder Menstruation und Schwangerschaft geht dieses Flimmerepithelium, wenigstens im Uterus, zu Grunde; es stellen sich aber neue Flimmerelemente sehr bald wieder her. Bei neugebornen Kindern mangeln noch die Wimpern in den Genitalien. In den **Harnorganen** hat man in den Anfangstheilen der Harnkanälchen, welche die Malpighischen Körperchen umgeben, Flimmerepithelium entdeckt. Im **centralen Nervensystem** zeigt sich an dem Ependyma der Ventrikel und Adergeflechte ein sehr zartes Flimmerepithelium. Auch an der innern Fläche der Nervenfibrillen-Scheide hat *Valentin* ein solches beobachtet. Derselbe hält es auch für wahrscheinlich, dass die Innenfläche des Samenleiters und vielleicht selbst der Samenbläschen, sowie der menschliche Dotter in einer frühen Entwickelungszeit des Eies Flimmerzellen besitzt.

Die **Wimper- oder Flimmerbewegung**, das Flimmern, welches von *Purkinje* und *Valentin* bei den Wirbelthieren entdeckt worden ist, nachdem es schon *de Heide*, *Leeuwenhoek*, *Swammerdam* u. A. bei den Wirbellosen bemerkt hatten, besteht in der beständigen und schnellen Bewegung (gegen 190 bis 320 Mal in der Minute) der beschriebenen Cilien. Sie zeigt sich bei dem Menschen in doppelter Art, nämlich: die Cilie biegt und streckt sich, macht eine hakenartige Bewegung *(motus uncinatus)*, wie etwa ein Finger, der abwechselnd in Flexion und Extension gebracht wird (bei den plattern läppchenartigen Wimpern der Schleimhaut der Nase, der Athmungsorgane und Geschlechtstheile); oder die Cilie schwankt pendelartig von einer Seite zur andern *(motus vacillans)*, oder sie beschreibt einen Kegel *(motus infundibuliformis)*, dessen Spitze die Einpflanzungsstelle der Cilie an der Epithelialzelle darstellt, während dessen Basis von der Spitze der Wimper angegeben wird. Beiderlei Bewegungen können aber auch zugleich vorkommen. Diese Schwingungen der Cilien geschehen stets nach ein und derselben Richtung hin und bewirken eine undulirende, flimmernde Strömung und ein Forttreiben der Schleimkörperchen nach einer bestimmten Richtung, meistens von innen gegen den Ausgang der Schleimhäute hin, aber in der entgegengesetzten Richtung von der, nach welcher sich die Cilien krümmen, weil sie erst beim Aufsteigen die Flüssigkeit vor sich her stossen. Die Geschwindigkeit, mit welcher die in Flüssigkeit suspendirten Theilchen längs der Flimmermembran dahin strömen, richtet sich nach der Intensität und Schnelligkeit, mit welcher die Wimpern schlagen, nach der Entfernung, in der die Molecule dahin gehen, nach der Grösse und Schwere der letztern, nach der Consistenz der Flüssigkeit, welche sie umgibt, und der Schleimschicht, die der Flimmermembran aufliegt. Es scheint zwar der Zweck der Wimperbewegung der zu sein, die Bewegung von flüssigen und festen Stoffen an den Wänden von Höhlen und Kanälen hin zu vermitteln, allein da bisweilen eine rhythmische Abwechselung dieser Bewegung vorkommt und die Richtung derselben nicht immer derjenigen entspricht, welche nach der Function der Organe vorausgesetzt werden muss (z. B. in der Trachea, den Genitalien), da sie ferner an Oberflächen stattfindet, wo nichts fortzubewegen ist (im Gehirn), so dürfte sie wohl auch noch eine andere, bis jetzt unbekannte Bestimmung haben. Die Flimmerbewegung zeigt übrigens eine so bedeutende Widerstandskraft gegen äussere Einflüsse, wie keine andere Reizbarkeitserscheinung des thierischen Körpers. Denn fast nur solche Momente heben dieselbe auf, welche in die Constitution der Flimmermembran chemisch zerstörend eingreifen. Das Blut- und Nervensystem üben keinen directen Einfluss auf die Flimmerbewegung aus, indem dieselbe zunächst nur von der Integrität der bei ihr unmittelbar thätigen anatomischen Elemente abhängt. Die Ursache, welche die Schwingungen der Härchen veranlasst, ist noch gänzlich

unbekannt und man pflegt deshalb diese Bewegung noch als ein Fundamentalphänomen des Lebens anzusehen.

NB. Unter die Elementarbewegungen würden auch die mannichfachen Ortsbewegungen, Drehungen, Biegungen und Verwickelungen der sogenannten Spermatozoen gehören, wenn man diese nämlich, wie dies jetzt fast allgemein geschieht, nicht als selbstständige animalische Wesen, sondern als blosse Gewebtheile ansieht (s. S. 13 u. später beim männlichen Samen).

Contractile Fasern. Als die gewöhnlichste Bewegungsursache, aber nur bei Bewegungen, welche nicht anhaltend sind, finden sich im menschlichen Körper feine, weiche Fasern, welche die Fähigkeit haben, auf Reizung sich zusammenzuziehen, die aber nicht alle von derselben Gestalt und Farbe sind und sich auf verschiedene Weise (haut- und bündelförmig) mit einander verbinden. Einige dieser Fasern haben die Kraft, sich sehr bedeutend, schnell und deutlich bemerkbar, die meisten auch nach unserer Willkühr, zu contrahiren, während sich andere nur unmerklich, allmälig und unwillkührlich zusammenziehen; die erstern sind glatt, die letztern quergestreift. *Henle* gibt dreierlei Arten von Fasern an, die sich auf Reize verkürzen können, nämlich: die contractile Bindegewebfaser, die granulirte Faser der mittlern Arterienhaut und die Muskelfaser mit Querstreifen. Die beiden ersten Arten von Fasern reagiren auf Kälte und nicht auf Galvanismus, bei letzterer ist dagegen das Umgekehrte der Fall; erstere gehen beim Kochen ganz oder theilweise in Leim über, die letztern aber nicht. Doch hält es *Henle* für gerathen, vom physiologischen wie anatonischen Standpunkte aus, sämmtliche irritable Fasern als eine continuirliche, durch mancherlei Uebergänge verbundene Reihe aufzufassen und in folgende Tabelle zu bringen:

	Unwillkührliche Faser.			Willkührliche.
	I. Reaction auf Kälte, nicht auf mechanische und galvanische Reize:	II. Reaction auf Kälte und auf mechanische Reize, nicht auf galvanische:	III. Reaction auf mechanische und galvanische Reize, nicht auf Kälte:	IV. Reaction auf mechanische und galvanische Reize, nicht auf Kälte:
A. Bindegewebe:	*Cutis, tunica dartos, corpora cavernosa.*	Venenhäute.	Iris? Lymphgefässe?	— —
B. Glatte Muskeln:	— —	Arterienhäute.	Muskelhaut der Eingeweide und Ausführungsgänge.	— —
C. Gestreifte Muskeln:	— —	— —	Herz- und Häute der rhythmisch beweglichen Gefässe.	Muskeln des Stammes u. die Anfänge innerer Kanäle.

Die beiden ersten Arten contractiler Gewebe (d. s. die auf Kälte und mechanische Reizung, nicht auf Galvanismus reagirenden) ziehen sich auf Reizung langsam zusammen, beharren eine Weile in der Contraction und lassen dann langsam wieder nach; die 3. Art, mit Ausnahme der Iris, zeigt peristaltische Contraction, die beim Darme dem Reize langsam, beim Herzen schnell folgt; die 4. Art begreift Muskeln mit rascher und rasch nachlassender Zusammenziehung in sich. Diese Schnelligkeit der Reaction kommt also nur den gestreiften Muskelfasern zu. — Die Contractionsfähigkeit aller dieser 3 Arten von Fasern liegt in ihrer lebendigen Wechselwirkung mit den Nerven. So lange der Zusammenhang derselben mit den Nerven währt, besteht in diesen lebend-contractilen Theilen stets (auch im Schlafe und in der Ohnmacht) ein mässiger Grad der Verkürzung; auf ihm beruht der **Tonus**, die Spannung dieser Theile in der Ruhe, welche, weil sie eine beständige ist, früher für eine physikalische gehalten wurde, die aber ihren Grund darin

hat, dass der lebende, gesunde Nerv, wenn er sich selbst überlassen und durch keinerlei Eingriffe alterirt ist, also sich in dem Zustande befindet, den man Ruhe zu nennen pflegt, durchaus nicht vollkommen unthätig ist, sondern sich stets in einem mässigen Grade von Erregung befindet. Diese mässige Erregung der Nerven erlischt natürlich mit dem Tode, und deshalb muss auch mit diesem, oder sobald die Nerven der contractilen Gewebe nicht mehr mit den Centralorganen des Nervensystems in ununterbrochenem Zusammenhange stehen, der Tonus dieser Gewebe verschwinden, während die physikalische Elasticität fortdauert. Alles, was den Zustand der Nerven zu ändern vermag, verändert die Spannung in den Muskeln, Gefässen und im contractilen Zellgewebe, und der Grad des Tonus in diesen Organen ist ein Maass für die Energie ihrer Nerven und des Nervensystems überhaupt.

[Weiteres s. später in der Myologie.]

Die glatten Muskeln hat neuerlich *Kölliker* hinsichtlich ihres Baues und Vorkommens genau erforscht und gefunden, dass die Elemente derselben nicht, wie man bisher angenommen hat, aus langen, überall gleich breiten, mit vielen Kernen besetzten Fasern, sondern aus verhältnissmässig kurzen, isolirten Fasern bestehen, von denen jede einen Kern enthält. Diese musculösen oder contractilen Faserzellen zeigen sich besonders unter 3 Formen, die jedoch nicht scharf von einander geschieden sind, sondern durch viele Zwischenstufen mit einander in Verbindung stehen, nämlich: 1) als kurze, rundliche, spindelförmige oder rechteckige Plättchen (von 0,01‴ Länge u. 0,006‴ Breite), welche leicht mit Epitheliumzellen verwechselt werden; 2) als ziemlich lange Plättchen (von 0,02—0,04‴ Länge und 0,003—0,007‴ Breite) von unregelmässig rechteckiger, spindel- oder keulenförmiger Gestalt, mit zackigen oder gefranzten Rändern und Enden; 3) als spindelförmige, schmale, drehrunde oder platte Fasern (von 0,01—0,02‴ Länge und 0,002—0,01‴ Breite) mit geraden oder wellenförmigen, fein auslaufenden Enden. Die 1. und 2. Form kommt einzig und allein in den Wandungen der Gefässe vor. Für ihre musculöse Natur bürgen aber: die vielen Uebergänge, die zwischen ihnen und den ganz charakteristischen Muskelfasern der Gefässe sich finden; ferner ihre Lage mitten in der *tunica media* zwischen Bindegewebe und elastischen Häuten, die offenbar gegen ihre Deutung als Epithelium sprechen; sowie endlich die leicht nachweisbare Contractilität vieler mit solchen Fasern versehenen Gefässe, in denen keine andern Elemente sich nachweisen lassen. Die 3. Form kommt theils in Gefässen, theils in den andern, mit glatter Musculatur versehenen Organen vor. — Die übrigen Charaktere der musculösen Faserzellen sind folgende: *a)* sie bestehen aus einer weichen, blassgelblichen, in Wasser und Essigsäure aufquellenden und erblassenden, homogenen Substanz, welche bisweilen wie mit einer Hülle umgeben und der Länge nach sehr undeutlich streifig zu sein scheint. In derselben finden sich häufig kleine und blasse Körnchen in grösserer Zahl, so dass die Fasern fein granulirt aussehen, manchmal auch grössere dunkle Fettkörnchen, selbst mit gelblicher Färbung in verschiedener Menge und Lagerung. *b)* Jede Faser besitzt einen blassen Kern (durch Essigsäure deulicher hervortretend), welcher fast ohne Ausnahme einem langen cylindrischen Stäbchen mit abgerundeten Enden gleicht, seltener länglichrund, fast nie spindelförmig, manchmal (besonders nach Zusatz von Essigsäure) geschlängelt und selbst spiralig gewunden erscheint. Die Substanz der Kerne ist homogen; das Kernkörperchen fehlt; ihre Länge beträgt 0,004—0,016‴, im Mittel 0,01‴, ihre Breite 0,0008—0,0013‴; in äusserst seltenen Fällen zeigt eine mit Essigsäure behandelte Faser einen eingeschnürten, doppelten oder selbst mehrfachen Kern. — Hinsichtlich der Entwickelung der musculösen Faserzellen (welche am besten im Darmkanale von Embryonen und im schwangern Uterus zu beobachten ist), so entsteht jede derselben aus einer einzigen runden, einkernigen Bildungszelle, indem diese zugleich mit ihrem Kerne sich verlängert und mit Inhalt und Membran in eine homogene, zusammenhängende weiche Faser übergeht, welche in einigen Fällen, wie in der Muskelsubstanz und den Venen

des schwangern Uterus, zeitenweise einer ungemeinen Entwickelung und eines Wachsthums fähig ist, und zeitenweise wieder verkümmert, und dadurch bei der Vergrösserung und Verkleinerung der Organe wesentlich sich betheiligt. — Sonach kann von einer Aehnlichkeit zwischen den quergestreiften und glatten Muskeln durchaus nicht die Rede sein. Die Primitivbündel entsprechen, Scheide und Fibrillen zusammen, einer ganzen Reihe von Zellen, die Faserzellen dieser einer einzigen Zelle; jene sind zusammengesetzte Elementartheile, ähnlich den capillären Blut- und Lymphgefässen, den Nerven- und Linsenröhren, den Bindegewebsbündeln; diese einfache, entsprechend den verschiedenen Zellenarten.

Die musculösen Faserzellen bilden, indem sie sich in grösserer oder geringerer Zahl seitlich und mit ihren Enden an einander legen, die dem blossen Auge sichtbaren Bündel und Häute der glatten Muskeln. Diese kommen theils mit, theils ohne Beimengung anderer Fasergewebe vor und zerfallen danach: 1) in reine glatte Muskeln, die keine anderweitigen Gewebe in ihrem Innern enthalten, wie die Muskeln der Brustwarze und des Warzenhofes, der Lederhaut, des innern Auges, des Darmkanals, der Schweissdrüsen der Achselhöhle, der Ohrenschmalzdrüsen, Harnblase, zum Theil der Prostata und Vagina, der kleinern Arterien, Venen und Lymphgefässe; 2) in gemischte glatte Muskeln, welche Bindegewebe, elastische oder Kernfasern in verschiedenen Mengen neben den musculösen Faserzellen führen. Sie finden sich: in den Trabekeln der Milz und cavernösen Körper, in der Dartos, den Gallengängen, den Fasern des *trigonum vesicae*, der Ringfaserhaut grösserer Arterien und Venen, den Längs- und Querfasern der Prostata, Urethra, Eileiter und des Uterus. Sie gehen durch unmerkliche Uebergänge (in Trachea, Bronchien, Harnleiter, innerer Muskelhaut des Hodens, Samenleiter) in die 1. Form über. — Die Cohärenz der glatten Muskeln ist eine sehr verschiedene. Bei der 1. Form lassen sich die Faserzellen fast ohne Ausnahme isoliren, bei der 2. gelingt dies schon weniger, so dass man oft unter dem Mikroskope nichts als eine streifige, blasse Substanz mit vielen Kernen sieht, die am Rande Fragmente der einzelnen Faserzellen zeigt.

[Weiteres s. später in der Myologie und bei den einzelnen Organen.]

c. **Organisches Gleichgewicht** (Sympathie und Antagonismus). Es liegt im Begriffe des Organismus, als eines aus Gliedern zusammengesetzten Ganzen, dessen Glieder zur Erhaltung des Ganzen wirken, dass jeder Theil unseres Körpers mit allen andern in Wechselbeziehung stehe. Nur ist diese Beziehung aller Theile zu einander nicht eine gleichförmige; sondern sie findet zwischen verschiedenen Theilen in verschiedenem Grade statt. Deshalb finden wir auch in vielen physiologischen und pathologischen Vorgängen deutliche Beweise eines besondern Zusammenwirkens gewisser Organe. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die sämmtlichen Thätigkeiten unseres Körpers, in Folge der Harmonie und Symmetrie (s. S. 107), welche denselben überhaupt beherrschen, wechselseitig äquilibrirt und auf das genaueste mathematisch bestimmt sind (*Valentin*). Einnahmen und Abgaben halten sich z. B. stets das Gleichgewicht. Dabei sind aber die einzelnen Functionen wechselseitig so regulirt, dass sie nicht blos in gegenseitigem stabilen, sondern auch in veränderlichem Gleichgewichte sein können. Es kann z. B. ein Organ oder Apparat, um mögliche Störungen des Gleichgewichts zu verhüten, zu stärkerer Thätigkeit angeregt werden und sich so gleichsam für die übrigen Organe, die sonst leiden müssten, opfern. Auf diese Weise ist die Normalexistenz unseres Körpers viel gesicherter, als wenn die Werkzeuge desselben stabil äquilibrirt wären. Auch im Nervenleben werden viele Erscheinungen beobachtet, welche sich nur durch das organische Gleichgewichtsgesetz erklären lassen (z. B. Ruhe und Schlaf). — Durch den Einfluss der Gewohnheit und Uebung kann ein Organ aus seiner ursprünglichen Gleichgewichtsstellung verrückt werden und so entweder in stärkerem oder geringerem Grade, als der normalen Harmonie entspricht, functioniren. (Jeder häufig gebrauchte Theil z. B. zieht mehr Blut an, wird stärker ernährt oder

scheidet mehr ab). — Es werden ferner in Folge der symmetrischen Vertheilung der Organe unseres Körpers verschiedene Anziehungs- und Gleichgewichtserscheinungen bedingt. Symmetrische Apparate functioniren entweder häufig gleichzeitig oder die Thätigkeit des einen steigt, sowie die des andern sinkt und umgekehrt. Auf die harmonische Wirkung der beiden Seitenhälften sind z. B. alle Sphincteren, die Thätigkeiten der Gesichtsmuskeln, die Contractionen der Athemmuskeln, des Herzens, der Blase berechnet (*Valentin*). — **Sympathie.** Zwei oder mehrere Organe, von denen das eine durch das andere veränderbar ist, so zwar, dass die Veränderung des zweiten Organs stets (nicht blos zufällig) auf die Veränderung des erstern folgt, stehen, wie man sagt, in Sympathie oder Consensus im weitern Sinne; hierbei sind aber zwei verschiedene Fälle möglich, nämlich: die Veränderung des einen Organs bedingt eine **gleichartige** Veränderung im andern (z. B. erhöhte Thätigkeit des einen zieht Erregung im zweiten, Lähmung des einen ebenfalls Lähmung im andern Organe nach sich); oder die Veränderung des einen Organes bedingt die entgegengesetzte Veränderung des andern (z. B. die Erregung von *A* ruft Lähmung von *B* hervor). Der erstere Fall wird **Sympathie** oder **Consensus im engern Sinne** (Synergie nach *Henle*), der letztere **Antagonismus** genannt. Die Veränderung des zweiten Organs ist also entweder eine sympathische (consensuelle, synergische) oder eine antagonistische. Ob sich die Sympathie in der Form der Synergie oder des Antagonismus äussert, hängt von noch nicht bekannten Umständen ab. Es lässt sich nur im Allgemeinen sagen, dass die Verbindung zwischen je zwei Organen entweder eine ausschliesslich synergische oder eine ausschliesslich antagonistische ist, oder abwechselnd bald als synergisch, bald als antagonistisch und vielleicht nur häufiger in der einen oder andern Weise erscheint. Die Erscheinungen der Sympathie beruhen auf der gesetzmässigen Combination der einzelnen Organe und Gewebtheile, und können normale und abnorme sein. Die normalen Sympathieen kommen jedem gesunden Körper zu, ja sie sind zum Theil solche (z. B. Contraction der Pupille auf Reizung des Sehnerven), welche zur normalen Function nöthig sind. Die abnormen Sympathieen sind ungewöhnlich, entweder durch die Leichtigkeit, womit, oder durch die Ausdehnung, in welcher sie erfolgen, oder auch dadurch, dass sie zwischen gewöhnlich nicht sympathisirenden Theilen stattfinden. Die abnormen Sympathieen setzen einen habituell pathologisch umgewandelten Zustand des Organismus voraus; es sind Sympathieen zwischen pathologisch veränderten Organen (*Henle*). — Als **Träger der Sympathieen** sind vorzugsweise das Blut und das Nervensystem anzusehen; doch gibt es auch Sympathieen, deren Quelle noch ganz unbekannt ist. *Henle* gibt folgende normale Sympathieen an:

a) **Sympathieen durch das Blut.** Durch Vermittelung des Blutes stehen diejenigen Theile in Consensus, welche die gleiche Beziehung zu einem der Bestandtheile des Blutes haben. Diese Beziehung äussert sich durch Attraction der Bestandtheile des Blutes zum Behufe der Ernährung oder der Ab- und Aussonderung. Wenn die Abscheidung einer Substanz aus dem Blute mehreren Organen übertragen ist, so theilen sich diese gewissermaassen in die abzuscheidende Substanz nach einer typisch geregelten Proportion. Nähme die Menge dieser Substanz zu, so könnte die Thätigkeit aller absondernden Organe gleichzeitig wachsen; dagegen würde bei gleichbleibendem Gehalte des Blutes an dem abzusondernden Stoffe und bei Unthätigkeit des einen der Absonderungsorgane die Thätigkeit der andern wachsen und umgekehrt würde durch vermehrte Absonderung des einen Organs die der übrigen abnehmen. Die Sympathie der Organe durch das Blut zeigt sich daher immer in der Form des Antagonismus; übernimmt ein Organ die Rolle der associirten ganz allein, so erscheint seine Function **vicariirend.** Am deutlichsten zeigt sich eine solche Sympathie zwischen Haut und Nieren.

b) **Nervensympathieen.** Es ist Erfahrungssatz, dass die Nerven ihre Erregungszustände einander mittheilen, und es ist erwiesen, dass die Mittheilung nicht innerhalb der Nervenstämme, sondern nur da erfolgt, wo zwischen und um die Nervenröhren graue Substanz (Ganglienkugeln) angelagert ist, also in den Centralorganen (Hirn, Rückenmark, Ganglien). Grund aller Nervensympathieen ist Mittheilung der Erregung in den Centralorganen des Nervensystems. (Weiteres s. später in der Neurologie.)

c) **Sympathieen aus unbekannter Quelle.** Hierher gehört: die Sympathie zwischen den Brüsten und dem Uterus nebst Ovarien, vermöge welcher die Reizung des einen oder andern dieser Organe bald synergisch, bald antagonistisch auf das consensuell verbundene Organ wirkt; ferner die Sympathie zwischen Parotis und Hoden oder Brüsten und Ovarien (wohl nur zufällig) und zwischen Kehlkopf und Geschlechtstheilen

f. **Organische Periodicität.** Die meisten Thätigkeiten unseres Körpers erscheinen an eine gewisse Periodicität gebunden; viele derselben dürften wohl vom Stoffwechsel, d. h. von der abwechselnden Erschöpfung und Kräftigung des betreffenden Organes, sowie von dem nothwendigen allmäligen Nacheinanderfolgen der einzelnen Momente des Processes abhängen, während andere vielleicht von äussern Einflüssen bedingt sind oder doch modificirt werden. Bei manchen Processen lässt sich aber bis jetzt nur sagen, dass die strenge Gesetzmässigkeit, welche in der gesammten Natur herrscht, sich auch auf den menschlichen Körper ausgedehnt hat. So lassen sich z. B. für die Menstruation, Schwangerschaft, Pubertätsentwickelung u. s. w. keine besondern Ursachen auffinden. Unter gewissen Umständen kann übrigens das periodische Auftreten gewisser Processe umgeändert werden; die Succession kann verändert, umgekehrt, willkührlich an bestimmte Zeiten gebunden werden (zufälliger Rhythmus). Die alten Ansichten vom Einflusse des Mondes (z. B. auf die Menstruation, Geburten), des Sonnenstandes, der Tageszeiten u. s. f. sind längst als irrthümlich widerlegt; doch wird deshalb noch nicht der Einfluss der kosmischen Verhältnisse auf unsern Organismus geleugnet (wie die Wirkung des Barometerstandes), nur muss man sich den Rhythmus in organischen Functionen nicht bedingt denken durch den Rhythmus in der Natur. Selbst wenn in einer Mehrzahl von Fällen der Gipfel der organischen Periode mit gewissen Stellungen der Weltkörper zusammentrifft, so beweist dies nur, dass eine der organischen, bei der periodischen Erscheinung concurrirenden Functionen durch gewisse tellurische Einflüsse begünstigt werden könne. So begünstigt die Dunkelheit den Schlaf und deshalb schlafen wir des Nachts, aber der Wechsel von Licht und Dunkel ist nicht die Ursache des Wechsels von Schlaf und Wachen; die Menschen in den Polarländern wachen und schlafen nach demselben Rhythmus als wir, und auch wir können hinsichtlich des Wachens und Schlafens die Nacht zum Tage machen.

Am deutlichsten ausgesprochen ist die Periodicität in den täglichen Schwankungen zwischen Schlaf und Wachen (s. später in der Neurologie). Ein erwachsener Mensch wacht 14 bis 19 Stunden und schläft 10 bis 5 Stunden; alte Leute schlafen weniger, Kinder und besonders Säuglinge bedeutend mehr. Welche Veränderungen im Organismus diese verschiedenen Zustände hervorbringen, ist ein noch ungelöstes Problem; wahrscheinlich liegt in gewissen, einander entgegengesetzten und mit einander wechselnden Verfassungen des Nervensystems der Grund des Wechsels von Schlaf und Wachen (*Henle*). — Vom Nervensysteme abhängige, rhythmische Phänomene sind die des Herzschlages, des Athmens, der thierischen Wärme. Auch in diesen Functionen scheint ein tägiger Rhythmus zu herrschen; doch wirken auf dieselben so viele äussere Einflüsse ein, dass die Beobachtungen hierüber unsicher sind. — Man will beobachtet haben, dass die Wärme (der innern Theile) sich vom Morgen bis zum Mittag vermehrt, kurz nach Mittag den höchsten Grad erreicht, dann wieder allmälig zum Abende hin (selbst nach dem Genusse geistiger Getränke) abnimmt und in der Nacht am geringsten ist. Die Haut soll nicht in gleichem Maasse, wie die innern Theile, an diesem periodischen Wechsel der Temperatur Theil nehmen, denn diese zeigt sich häufig gerade während des Steigens der innern Temperatur kühler und umgekehrt. Es lässt sich hieraus schliessen, dass die Schwankungen in der thierischen Wärme aus Aenderungen nicht blos der innern Wärmeerzeugung, sondern auch der Wärmeverluste abzuleiten sein möchte. — Ueber die Schwankungen im Pulsschlage herrschen noch die verschiedensten Ansichten, und die Stimmen sind darüber, ob die Häufigkeit desselben im Verlaufe von 24 Stunden ein- oder mehrmal zu- und wieder abnehme und in welche Tageszeit die grösste Frequenz falle, getheilt. [Es scheint, als ob die grössere Frequenz des Pulses mit der Vermehrung der Wärmeerzeugung zusammen- und in die Morgenstunden falle.] — Von der Respiration wissen wir nur, dass im Schlafe die Zahl der Athemzüge sinkt, dagegen ihre Tiefe zunimmt. — In der Aufnahme der Nahrungsmittel und überhaupt in den mit der Verdauung zusammenhängenden Functionen zeigt sich ein Rhythmus, dessen Perioden nicht mehr als 24 Stunden einnehmen, in der Regel aber sich in 24 Stunden mehrmals wiederholen. Er hängt nach *Henle* ursprünglich von zwei Bedingungen ab: von dem Eindrucke, welchen das Blut je nach seinem Reichthume an Ersatzmitteln auf das Nervensystem macht und von der Verfassung der innern Haut des Magens (Hunger wird nur bei normaler Beschaffenheit der Oberfläche des Magens empfunden). — Der Gewichtsverlust durch Urin und Transspiration soll des Nachts geringer als am Tage sein. Die tägigen Oscillationen in der Ausscheidung der Kohlensäure werden von verschiedenen Beobachtern verschieden angegeben. Nach *Prout* fällt das Minimum in die Nacht, das Maximum in die Mittagszeit; nach *Coathupe* liegt das Minimum zwischen 7 und 8½ Uhr Abends, das Maximum zwischen 8 und 9½ Uhr Morgens; nach *Scharling* wird am Tage mehr Kohlensäure geliefert als des Nachts, das Maximum soll nach der Hauptmahlzeit eintreten; nach *Vierordt* steigt am Tage die Kohlensäureausscheidung von 9 bis 10, fällt von 10 bis 12, steigt dann wieder bis 2 Uhr, wo sie den höchsten Gipfel erreicht (als Folge der Verdauung der Mittagsmahlzeit), und sinkt dann

continuirlich bis 7 Uhr. — Ob im gesunden Körper ein Tertian-Rhythmus existirt, ist sehr zu bezweifeln; *Schweig* nimmt einen sechstägigen Rhythmus bei der Harnsäure-Absonderung an; die Ernährung des Körpers soll eine monatliche Periode halten, auch will man eine jährige Schwankung in der Reproduction des Körpers beobachtet haben. — Bei manchen Krankheiten tritt ein Rhythmus, der ebenfalls ein zufälliger oder natürlicher sein kann, deutlicher als im gesunden Leben hervor, doch scheinen auch hier die Ursachen dieselben, wie bei der normalen Periodicität und von dieser zum Theil abhängig zu sein.

g. **Reizung, Reizbarkeit, Reaction.** Zum gehörigen Fortbestehen bedarf unser Organismus des richtigen Antheils der Lebensbedingungen (s. S. 10) und der Lebensreize (s. S. 21). Doch wirken auch noch andere (äussere) Agentien auf ihn in verschiedenem Grade bestimmend ein und rufen in ihm, vermöge seiner Construction, die mannichfachsten (anatomischen und physiologischen) Veränderungen hervor, so zwar, dass selbst der ruhige Gang des Lebens dadurch gestört und sogar aufgehoben werden kann. Die Eigenschaft des Körpers, durch solche, zum Bestehen des Lebens nicht durchaus erforderliche Potenzen (d. s. alterirende Reize) zu irgend einer Aeusserung bestimmt werden zu können, pflegt man Reizbarkeit, Erregbarkeit, den durch die Reizung aber hervorgerufenen Folgezustand Reaction zu nennen. Reiz ist jeder Einfluss, der, indem er die Substanz alterirt, deren Kräfte und Aeusserungen umstimmt, selbst die sogenannten Lebensreize können durch Uebermaass zu alterirenden werden. – Nach der Quantität und Qualität des Reizes, sowie nach dem Baue und der Function des Organes, auf welches der Reiz einwirkt, muss sich natürlich der Folgezustand, die Reaction, richten. Es können Reize die Thätigkeit unseres Körpers bald steigern, bald hemmen, bald umändern; sie können die Thätigkeiten einer grössern oder geringern Menge von Organen in das Bereich ihrer Wirkung ziehen. Wir finden ferner, dass die meisten Einflüsse nur in einem gewissen Grade Wirkungen im organischen Körper erzeugen; übersteigt die Einwirkung desselben diesen Grad, so hat sie gefährliche, sinkt sie unter diesen Grad, so hat sie gar keine Folgen. Eigentlich kann Alles, womit der Organismus in Berührung kommt, für ihn vernichtend und reizend wirken, es kommt dabei nur auf die Stärke der Einwirkung an; bei manchen Einflüssen wird aber nur eine geringe Menge zur stärksten Wirkung, bei andern eine sehr grosse Menge erfordert. Für die verschiedenen Organisationen ist auch die Intensität in den Wirkungen, bei gleich starker Einwirkung desselben Reizes, ausserordentlich verschieden; so dass sich also die Einflüsse für die verschiedenen Individuen (nach Alter, Geschlecht, Temperament und sonstigen individuellen Eigenthümlichkeiten) sehr verschieden ordnen. Es zeigt sich deshalb auch die Reaction auf Reize, welche übrigens durchaus nichts Regelwidriges an sich hat, sondern die nothwendige Folge unter andern Verhältnissen wirkender Gesetze ist, bald als ein Zerstörungsprocess, bald bedingt sie mit Hülfe des Stoffwechsels die Restauration und Regeneration des durch den Reiz alterirten Theiles (dann auch *vis medicatrix naturae* genannt). Eigenthümlich gestalten sich aber die Folgen der Reizung nur wegen der Kräfte, welche an die organische Materie, so lange sie Bestandtheil eines lebenden Körpers ist, gebunden sind. Keinesfalls lässt sich in dem Verhalten unseres Organismus gegen Reize ein Zeichen von Selbstständigkeit desselben sehen, sondern im Gegentheil ein Beweis seiner Abhängigkeit von der Aussenwelt. Das Verhalten des lebenden Organismus zu den Reizen ist nur deshalb von dem Verhalten todter Körper gegen chemisch-physikalische Eingriffe verschieden, weil sich seine Substanz beständig erneuert.

Durch Reize erleiden die Thätigkeiten unseres Organismus sehr mannichfache Veränderung. So kann durch sie die Function jedes Organs, verglichen mit der normalen, beschleunigt und verstärkt werden, und man nennt dann solche Reize excitirende oder Reize im engsten Sinne; ist ihre Wirkung eine länger andauernde und energische, so heissen solche Reize stärkende, dauert dagegen die Steigerung der Thätigkeit nur kurze Zeit an, ist sie schnell vorübergehend, dann gibt man ihnen den Namen der flüchtigen Reize. — Es kann ferner eine Thätigkeit durch Reize verlangsamt, geschwächt und gehemmt werden, und diese Reize nennt man deprimirende. Sowohl die excitirenden wie deprimirenden Reize können in einem Grade wirken, dass sie den Stoffwechsel gänzlich unterbrechen und das Organ seiner Bestimmung entfremden (zerstörende Reize); nur tritt dann nach deprimirenden Reizen

die völlige Lähmung direct, nach excitirenden indirect, in Folge der heftigsten Aufregung (Erschöpfung durch Ueberreizung), ein. Die Wirkung beider Arten von Reizen kann aber allmälig mit Hülfe des Stoffwechsels wieder ausgeglichen und so die Thätigkeit des Theiles restituirt werden. Hierbei wird aber die Thätigkeit aus ihrer Steigerung nicht sofort in ihre normalen Gränzen zurückkehren, wie dies bei der Depression der Fall ist, sondern vorher erst etwas herabgesetzt erscheinen (d. i. die Ermüdung nach Exaltation). Es rührt diese Ermüdung wohl daher, dass durch die Steigerung der Thätigkeit zu viel Materie verbraucht worden ist und diese nun durch den Stoffwechsel erst wieder erzeugt werden muss. — Noch gibt es Reize, welche den Thätigkeiten eine andere Richtung geben. und sie der Qualität nach umändern, d. s. umstimmende Reize. Eine solche Umstimmung dürfte aber wohl nur bei solchen Thätigkeiten möglich sein, zu deren Zustandekommen mehrere aus verschiedenen Geweben zusammengesetzte Organe nöthig sind. — Die Intensität der Wirkung eines Reizes hängt bei gleichem Grade der Reizbarkeit von der Stärke der Einwirkung ab. — Die Dauer der Wirkung steht mit der Heftigkeit der Einwirkung im umgekehrten Verhältnisse; eine sehr gesteigerte Thätigkeit wird nicht lange ertragen. Dagegen stehen die Folgen einer Wirkung mit der Intensität und Dauer derselben im directen Verhältnisse.

h. **Gewöhnung, Gewohnheit, Uebung.** Es bringen Reize, welche in keinem wirklich nachtheiligen Grade auf den Organismus sehr häufig oder ununterbrochen einwirken, nur anfangs bedeutendere Wirkungen hervor, später wird ihre Wirkung schwächer, undeutlicher und zuletzt unbemerkbar; man sagt dann, der Körper habe sich an den Reiz gewöhnt, oder gegen den Reiz abgestumpft. Es bedarf dann einer Steigerung der Reizung, um den frühern Grad der Reaction zu erzeugen. Die Gewöhnung (an den Reiz) besteht nun aber nicht etwa darin, dass der Reiz gar keine Wirkung mehr hervorbringt, sondern darin, dass sich der Organismus der Einwirkung accomodirt hat. Wahrscheinlich sind dann in der Organisation Veränderungen eingetreten (durch Summirung vieler gleichartiger, aber sehr geringer Veränderungen nach jeder Reizung?), bei welcher nun die Wirkung des Reizes ohne Störung und Hemmung anderer Vorgänge erfolgen kann. An manche Reize kann man sich nie gewöhnen, sie rufen immer dieselben Wirkungen hervor. Auch kommt es vor, dass sich ein Mensch nicht an Reize gewöhnen kann, an welche man sich in der Regel sehr leicht gewöhnt, ein Zustand, den man mit dem Namen der Idiosynkrasie bezeichnet. — Durch öfters wiederholte Reizung eines Organs kann dasselbe aber auch empfindlicher werden und mit grösserer Leichtigkeit reagiren (es wird ihm die Thätigkeit zur Gewohnheit), so dass es immer kleinerer Quantitäten des Reizes zur Entfaltung gleicher Thätigkeit bedarf. Namentlich haben wiederholte excitirende Reize die Folge, dass das gereizte Organ sich reizbarer und auch ausser der Reizung (im Zustande der Ruhe) erregter zeigt, und schliesslich entweder in der Steigerung seiner Thätigkeit beharrt (kräftiger geworden ist), oder gerade umgekehrt weit weniger zu anhaltenden Wirkungen geeignet ist (reizbare Schwäche, Erethismus). Will man ein Organ durch Reizung in seiner Thätigkeit steigern und kräftigen, so darf die Reizung nicht zu stark und zu häufig sein, auch nicht zu schnell sich wiederholen, weil sonst, wegen gehemmter Restitution des Organs durch den Stoffwechsel, Erschöpfung durch Ueberreizung eintreten würde. Nur durch zweckmässige Reizung (Uebung) lässt sich nicht blos die Thätigkeit eines Gebildes, sondern auch die Fähigkeit desselben zur Thätigkeit steigern, so dass dann die Wirkung desselben Reizes allmälig eine kräftigere wird und immer leichter und bestimmter erfolgt. Nur durch häufigen Gebrauch, durch Uebung und Gewohnheit, können wir unsere Geistes-, Sinnes- und Bewegungswerkzeuge kräftigen und vervollkommnen; und deshalb ist Uebung das wichtigste Hülfsmittel zur psychischen und physischen Erziehung des Menschen.

[Weiteres über Reizbarkeit s. später in der Nervenphysiologie.]

Lebensbedingungen.

Damit die Lebenserscheinungen (s. S. 203), eben sowohl die nach rein physikalischen und chemischen, sowie die nach organischen Gesetzen vor sich gehenden, zu Stande kommen können, bedarf es der Erfüllung gewisser Bedingungen, welche man Lebensbedingungen

(s. S. 17) nennt, und die theils im Organismus selbst liegen (innere), theils im richtigen Verhalten der Aussenwelt bestehen (äussere Lebensbedingungen und Lebensreize; s. S. 21). Die ersteren betreffen die Mischung (s. S. 116) und Form (s. S. 140) der organischen Materie, die letzteren sind solche äussere Einflüsse, wie Wärme, Licht, Luft, Wasser und Nahrung, welche durch ihre Einwirkung auf die organische Materie den Stoffwechsel in derselben unterhalten.

a. **Wärme** (s. S. 19. 227). Die Wärme ist ein Hauptagens für das Leben des menschlichen Organismus; alle in unserm Körper vor sich gehenden Processe kommen nur unter dem Einflusse der Wärme (der äussern und der Eigenwärme; s. S. 229) zu Stande. Wenn der Mensch, vermöge des ihm zukommenden Accommodationsvermögens für verschiedene Temperaturen (s. S. 229), fast in allen Zonen leben kann, so gedeiht er doch am besten bei der mittlern Temperatur, sowie diese auch für seine geistige Entwickelung die günstigste ist. Uebrigens zeigen sich die Wirkungen der verschiedenen Temperatur (der Wärme und Kälte) auf den menschlichen Körper nach den verschiedenen individuellen Verhältnissen desselben und nach der Dauer der Einwirkung sehr verschieden (s. S. 230). Es wirkt z. B. Kälte auf Kinder und Greise weit nachtheiliger ein, als auf Personen in mittlern Lebensjahren. — Einen bedeutenden Einfluss übt die Temperatur durch die Luft auf unsern Körper aus; denn unter sonst gleichen Verhältnissen steht die absolute Menge des in einem bestimmten Volumen atmosphärischer Luft enthaltenen Gewichtes von Sauerstoff im umgekehrten Verhältnisse mit der Höhe der Temperatur, welche die Atmosphäre darbietet. Sonach müssen wir in warmer (verdünnter) Luft weniger Sauerstoff einathmen als in kalter. Auch auf die Capillaritätserscheinungen (s. S. 31) und Enosmose (s. S. 33) wirkt die Wärme ein, und zwar diese befördernd. Ferner wird die Reizbarkeit der Muskeln von der Temperatur auf eine wesentliche Weise bestimmt. Im Allgemeinen wirken bedeutende Kälte- oder Hitzegrade schädlich oder vernichtend, während eine mittlere Temperatur die Irritabilität begünstigt. Dasselbe gilt auch vom Einflusse der Temperatur auf die Nerventhätigkeit. Man behauptet auch, dass die Zusammenziehungen des Herzens durch Wärme beschleunigt, dagegen die der Arterien und Venen durch Kälte befördert werden. Die Wirkung der Lufttemperatur auf die Haut ist theils eine physikalische (s. S. 230), theils eine organische (auf die Hautnerven und contractilen Fasern der Haut gerichtete). Ebenso zeigt sich die Wirkung auf der Schleimhaut der Luftwege; kalte Luft ruft Verengerung der Bronchien und Capillargefässe in der Lunge (und beschleunigtes Athmen) hervor u. s. f. — Ueber die Periodicität in der Wärmeentwickelung s. vorher S. 247.

b. **Licht.** Die Beziehung des Lichtes zu den Lebensprocessen im menschlichen Körper scheint eine doppelte. Zuvörderst wirkt es vielleicht belebend auf den Stoffwechsel ein (s. S. 233); jedenfalls setzt es uns sodann durch seine Einwirkung auf das Auge mit der Aussenwelt in vielfache Beziehung und trägt so zur Entwickelung der Vorstellungen, des Gefühls, Urtheils und Verstandes das Meiste bei. In ersterer Hinsicht ist aber zu bedenken, dass sich der Einfluss des Lichtes schwer von dem der Wärme trennen lässt, namentlich von der Wirksamkeit der strahlenden Wärme, welcher wahrscheinlich viele der Effecte beizumessen sind, die man in der Regel vom Lichte selbst ableitet. Von allen Wirkungen, welche das Licht als physikalisches Agens ausüben soll, möchten als wahrscheinliche wohl nur die verschiedenen Färbungen der Haut zu betrachten sein. Und hier lässt sich auch nur sagen, dass mit einer intensiven Beleuchtung Umwandlungen in der Oberhaut verknüpft zu sein scheinen, die sich durch eine tiefere Färbung aussprechen, sonst aber völlig unbekannt sind, während Schatten und Dunkelheit überwiegend mit zarter, blassgefärbter Haut zugleich vorkommen, ohne

dass sie nothwendig die einzigen oder auch nur die hauptsächlichsten Ursachen dieser Eigenthümlichkeit der Entwickelung wären. Ob eine Einwirkung des Lichts selbst durch diesen Einfluss auf die Haut eine Prädisposition zu bestimmten Krankheiten bilden, wissen wir nicht. Vielleicht wirkt das Licht mehr als Lebensreiz (s. S. 21), wie als Lebensbedingung. — Sehr wichtig ist der Einfluss, welchen das Licht durch das Auge auf das gesammte Seelenleben ausübt, und durch dieses wieder auf die Thätigkeit der körperlichen Verrichtungen. Die Empfindungen des Auges haben nämlich den grössten Einfluss auf die Stimmung des Gemüths, und zwar nicht blos durch das Wahrnehmen von Gegenständen, sondern auch durch die Eindrücke der verschiedenen Farben. So hat man behauptet, dass das rothe Licht einen erregenden, das blaue einen deprimirenden Einfluss äussere, dass das erste zu unruhigem Bewegungs- und Thatendrange, das zweite zu weichen, sentimentalen Stimmungen disponire. Ueber den Einfluss der verschiedenen Farben in Krankheiten existiren keine Beobachtungen.

c. **Luft.** Die atmosphärische Luft, ein constantes Gemenge von 79 Vol. Stickstoff und 21 Vol. Sauerstoff — während der Kohlensäuregehalt sehr veränderlich ist (meist $\frac{1}{2000}$ Vol.), und ebenso der Wasserdampf, wie andere zufällige Beimengungen, — ist das unentbehrlichste Bedürfniss zum Leben. Sie influirt durch ihre Schwere, Mischung, Dichtigkeit, ihren Wassergehalt und ihre Bewegungen auf unsern Organismus, auch wirkt durch sie das Licht und die Wärme, das elektrische und magnetische Agens. — Der **Druck, welcher durch das Gewicht und die Höhe der Luft erzeugt wird** und im Durchschnitte 14½ ℔ auf jeden Quadratzoll der Erdoberfläche und somit auch des Menschen (im Ganzen gegen 300 Centner) beträgt, unterstützt, wie schon S. 224 bemerkt wurde, verschiedene Functionen im menschlichen Körper, verhütet das Verdampfen der Flüssigkeiten desselben, wirkt auf das Athmen, den Blutlauf, die Gelenkverbindungen und das Hören, und kommt bei Krankheiten vielfach in Betracht. Da das Gewicht der Atmosphäre zur Zeit des Neumondes bedeutender als zur Zeit des Vollmondes sein soll *(Prout)*, so liessen sich daraus vielleicht einige Erscheinungen im Menschenleben, die man gewöhnlich dem Mondeinflusse zuschreibt, herleiten. Auch dürften die Schwankungen des Luftdruckes, welche Gewittern voranzugehen pflegen, die Gefühle, welche manche Personen zu dieser Zeit empfinden, veranlassen helfen. — Die **Mischung der Luft** ist insofern von der grössten Wichtigkeit, als die Luft die unerschöpfliche Quelle des zum Leben unentbehrlichen Sauerstoffs (s. S. 117) ist und durch den Athmungprocess mit unserm Körper (zunächst mit dem Lungenblute) in die innigste Berührung tritt. Wenn auch das Verhältniss zwischen Sauerstoff und Stickstoff in der Atmosphäre stets dasselbe bleibt (denn selbst in Hospitälern, mit Menschen überfüllten Räumen, in verschiedenen Ländern und Höhen verändert es sich nicht), so kann doch durch Beimengung verschiedener anderer Gasarten, von Wasser, von organischen und unorganischen Substanzen zur Luft diese für unsern Organismus sehr gefahrbringend werden. (Weiteres hierüber s. bei der Respiration). — Der **Barometerstand** influirt insofern wesentlich auf den menschlichen Körper, als mit ihm die Menge des in der Luft befindlichen Wassers (Dunstes und Dampfes) zusammenhängt, und, was wohl am wichtigsten ist, das absolute Gewicht des in einem bestimmten Volumen Luft enthaltenen Sauerstoffs bei gleicher Temperatur und gleicher Luftfeuchtigkeit in geradem Verhältnisse steht, so dass also mit dem Steigen und Fallen des Barometerstandes das absolute Sauerstoffquantum zu- oder abnimmt. Da die Grösse der täglichen Schwankungen des Barometerstandes (welcher im Allgemeinen jeden Tag von 3½ Uhr des Nachts bis 9½ Uhr Vormittags zunimmt, sich von da bis 4 Uhr Nachmittags verringert, sich bis 10 Uhr Abends wieder vergrössert und bis 3½ Uhr des Nachts von Neuem vermindert), abgesehen von den durch die Höhe des Ortes bedingten Modificationen, von dem Aequator nach den Polen hin abnimmt, so muss ihr Einfluss auf den Menschen unter der Linie am grössten sein. Auch auf die

Grösse des atmosphärischen Druckes auf den menschlichen Körper muss der Barometerstand Einfluss haben, denn jeder Zoll Barometerhöhe übt ungefähr 1000 ℔ Druck auf den Körper aus. Den Einfluss der regelmässigen jährlichen Schwankungen des Barometers auf physiologische und pathologische Vorgänge hat man noch nicht genau erforscht. Es scheint der höchste Barometerstand und die grösste Sterblichkeit in den Monaten Januar und Februar zusammenzutreffen. In Mitteldeutschland ist tiefer Barometerstand gewöhnlich mit Südwestwind verbunden, welcher, vom warmen Meere kommend, in der Regel warmen Regen bringt; während hoher Barometerstand gewöhnlich mit dem kalten trocknen Nordostwinde zusammenfällt. Hoher Barometerstand, also stärkerer Druck der Atmosphäre, scheint ohne nachtheilige Folgen für die Gesundheit zu sein, plötzliches Fallen des Barometers dagegen ähnliche Erscheinungen (Müdigkeit, Abgeschlagenheit) hervorzurufen, wie das Ersteigen hoher Berge. — Die Temperatur der Luft ist noch einflussreicher als der Barometerstand, weil die absolute Menge des in einem bestimmten Volumen atmosphärischer Luft enthaltenen Gewichts von Sauerstoff in umgekehrtem Verhältnisse mit der Höhe der Temperatur der Luft steht, und weil warme oder kalte Luft, auf die äussere und innere Oberfläche des Körpers gebracht, verschiedene physikalische und physiologische Erscheinungen hervorruft (s. S. 230). — Die Feuchtigkeit der Luft ist ebenfalls für die Functionen unseres Körpers von grosser Wichtigkeit. Denn da ein bestimmtes Luftvolumen bei gleichem Barometerstande und gleicher Temperatur relativ um so weniger Sauerstoff enthält, je feuchter es ist, so muss unter sonst gleichen Verhältnissen die Sauerstoffaufnahme ins Blut mit dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre im umgekehrten Verhältnisse stehen. Doch hat der Hygrometerstand der Luft noch einen andern, weit wesentlichern Einfluss. Je mehr Wasserdämpfe nämlich die Luft enthält, um so weniger geneigt ist sie, Wasser aufzunehmen. Es muss deshalb die Verdunstung des Wassers aus dem Blute, welche in den Lungen und an der Hautoberfläche vor sich geht, mit dem Wassergehalte der Luft im umgekehrten Verhältnisse stehen. Die Feuchtigkeit der Luft ist nicht nur nach den Localitäten verschieden, sondern sie wechselt auch nach den Tages- und Jahreszeiten. Zur Zeit des Sonnenaufgangs ist die Dampfmenge in der Luft am kleinsten, die Feuchtigkeit am grössten; im Winter nimmt regelmässig die Dampfmenge zu, welche sich mit dem Sinken der Temperatur sodann als Feuchtigkeit anschlägt; im Sommer ist ebenfalls bei Sonnenaufgang die Luft am meisten feucht, die Dampfmenge erreicht aber am Vormittage bei grösster Trockenheit der Luft ihr Maximum, dann nimmt sie bis zur Zeit der grössten Tageswärme ab und erreicht gegen Abend das zweite Maximum. Ebenso hängt von der Wärme der Jahreszeit auch die Quantität des Dampfes in der Luft ab; in den heissesten Monaten ist die Luft reich an Wasserdampf und trocken, und umgekehrt. Trockene Luft muss dem Körper Wasser entziehen und dies um so mehr, je höher der Grad der Trockenheit und der Temperatur ist. — Die Luftströmungen (Winde) reinigen zuvörderst die Atmosphäre von schädlichen Stoffen (besonders von Kohlensäure, welche im Dunkeln von Pflanzen, sowie von Thieren und Menschen ausgehaucht wird), indem sie neue Luftmassen herbeiführen und zugleich jene schädlichen Beimischungen so sehr vertheilen, dass ihre procentigen Mengen gleich Null angesehen werden können. Sodann entführt die bewegte Luft eine ruhende Schicht von Ausdünstungsstoffen unseres Körpers und bringt durch Beförderung der Verdunstung Abkühlung desselben hervor; wirkt dabei vielleicht zugleich als ein belebendes Reizmittel für die Hautnerven. Jede bewegte Luft erscheint uns deshalb kälter als die ruhende von gleicher Temperatur. Als Sturm übt die Luft einen sehr bedeutenden mechanischen Druck auf den Körper aus, der theils unmittelbar durch Compression der Brust die Respiration erschwert, theils indem er zur Festhaltung des Gleichgewichts im Körper eine bedeutende Muskelanstrengung verlangt, einen Zustand von Orgasmus herbeiführt. Zugluft soll rheumatische oder Erkältungskrankheiten (s. S. 232) veranlassen.

Die Richtung der herrschenden Winde scheint ebenfalls einen specifischen Einfluss auf den menschlichen Körper auszuüben, der nicht lediglich von ihrem verschiedenen Dunstgehalte, ihrer Wärme und Geschwindigkeit, sondern vielleicht von uns unbekannten elektrischen Gegenwirkungen abhängen könnte. Erwarten lässt sich, dass auch die Luftelektricität (s. S. 236) nicht ohne Einfluss auf unsern Organismus ist, doch liegt bis jetzt noch keine wissenschaftliche Begründung dieses elektrischen Einflusses vor.

Klima. Unter Klima versteht man diejenigen topographischen, atmosphärischen und andern Verhältnisse einer Gegend oder eines Landes, welche einen wohlthätigen oder nachtheiligen Einfluss auf die Gesundheit und das Leben der Einwohner haben. Die auffallendsten Umstände, welche das Klima bestimmen, sind: Temperatur, Feuchtigkeit und Reinheit der Luft, Wind, atmosphärischer Druck, Intensität des Lichtes, Beständigkeit oder häufiger Wechsel der Witterung (des Barometerstandes), Boden u. s. w. Wir kennen übrigens bis jetzt noch viele Momente gar nicht, welche dazu beitragen, einem Orte seinen klimatischen Charakter zu geben, und von denen, welche wir kennen, ist es oft schwer zu bestimmen, welchen besondern Einfluss sie haben.

a. **Klima von Deutschland.** In Deutschland finden sich keine beträchtlichen Verschiedenheiten des Klimas; in der südlichen gebirgereichen Hälfte ist das Klima meist mild, obschon hier auch einige wärmere Thäler (in der Schweiz und Tyrol), sowie rauhe Hochebenen existiren. Norddeutschland besitzt nur wenige und kleine Gebirge und besteht meist aus Ebenen, unter denen, besonders im Nordwesten, sich ausgedehnte Strecken von Sand-, Haide und Moorboden befinden, welche nebst der daselbst vorherrschenden Feuchtigkeit den einzelnen Landstrichen ihren klimatischen Charakter ertheilen.

b. **Klima von England.** Die britischen Inseln sind ihrer Lage nach allen den Einflüssen unterworfen, welche möglicher Weise ein Klima unregelmässig und abwechselnd machen können. In London findet man während des ganzen Jahres eine beständige Verschiedenheit der Temperatur, die im Frühjahr am geringsten, im Winter am grössten ist; sie findet namentlich in der Nacht statt, welche im Durchschnitte 1°,64 R. wärmer ist als auf dem Lande, während die Wärme des Tags im Durchschnitte etwas geringer als im freien Felde ist. Die Südküste (zwischen Hastings und der Insel Portland) hat die mittlere Jahrestemperatur von London, nur ist der Sommer etwas kühler und der Winter wärmer. Vorzüglich angenehm, mild, trocken ist Brighton und die Insel Wight, während Southampton eine sehr wechselnde Temperatur hat. Die Südwestküste (zwischen Portland und Cornwallis) hat ein mildes, feuchtes Klima. An der Südküste von Cornwallis ist die Luft feuchter als an der Südwestküste und man ist weniger vor Winden geschützt. Der Westen von England (längs den Küsten des britischen Kanals und im Süden des Severn) hat eine mittlere Temperatur, welche während des Winters etwas niedriger, im März und April jedoch höher als an der Südküste ist. Clifton ist das mildeste und trockenste Klima im Westen.

c. **Klima von Frankreich.** Die südlichen Theile Frankreichs werden häufig Kranken, besonders Schwindsüchtigen, zum Aufenthaltsort empfohlen. Man muss dabei aber wohl den südwestlichen und südöstlichen Theil unterscheiden. Im Südwesten (Pau, Bagnères de Bigorre) ist das Klima mild und etwas feucht; im Südosten (Montpellier, Marseille, Hyères) dagegen trocken und heiss.

d. **Klima von Portugal und Spanien.** Ersteres hat zwar ein sehr mildes Klima, allein die Temperatur ist sehr veränderlich; letzteres hat verhältnissmässig ein temperirtes Klima, ist aber auch plötzlichen und auffallenden Temperaturveränderungen unterworfen.

e. **Klima von Italien.** Ein allgemeiner klimatischer Charakter lässt sich nicht angeben, da die verschiedenen Theile Italiens ein sehr verschiedenes Klima haben. Nizza hat Aehnlichkeit mit dem südöstlichen Frankreich, es ist mild, beständig und trocken. Genua hat eine trockene, scharfe Luft; in Pisa ist sie etwas drückend und feucht; Rom hat von Italien das beste Klima; es ist mild, sanft, beständig und nicht feucht. Das Klima von Neapel ist warm, veränderlich und trocken; das von Malta mild, trocken und sehr beständig.

f. **Klima der Inseln des atlantischen Oceans.** Die Klimate dieser Inseln, welche von Kranken besucht zu werden pflegen, lassen sich in eine östliche und westliche Gruppe theilen. Zu der östlichen Gruppe gehören: Madeira mit mildem, feuchtem und beständigem Klima, die Canarischen Inseln (Teneriffa) mit weniger beständiger Witterung; Azoren, etwas kälter und feuchter. Die westliche Gruppe: Bermudas, mit warmem, veränderlichem und trocknem Klima; Bahamas, mit warmer Luft, aber plötzlichen Temperaturwechseln und trocknen kalten Winden; Westindien mit sehr hoher Temperatur und bedeutendem Temperaturwechsel.

d. **Wasser.** Das Wasser ist, wie schon S. 20, 121 u. 141 gesagt wurde, als äussere Lebensbedingung eben so nothwendig und wichtig als die Luft, wenn wir auch letztere nur wenige Minuten, ersteres aber einige Tage entbehren können. Nach Alter, Constitution, Temperament und Lebensweise

ist das Bedürfniss nach Wasser verschieden; ebenso hat der Grad der Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft Einfluss auf dieses Bedürfniss. (Ueber die Getränke s. später bei Verdauung.)

c. **Nahrung** (s. S. 20). Der fortwährende Umsatz der Materie, welcher im Organismus stattfindet, der beständige Abgang nicht mehr benutzter oder untauglich gewordener Stoffe, macht es nothwendig, dass von Zeit zu Zeit von aussen her eine Menge neuer, zu fernerer Aneignung tauglicher Stoffe dem Körper zugeführt werden. Solche Stoffe enthalten die Nahrungsmittel, welche als Speisen und Getränke in den Digestionsapparat gelangen und hier eine zweckmässige, mechanische und physikalisch-chemische Vorbereitung erhalten, welche es möglich macht, dass das Brauchbare derselben in das Blut und von da in den übrigen Organismus übertritt, während das Unbrauchbare oder Ueberflüssige mit andern organischen Stoffen (Galle, Darmschleim) als Koth wieder abgeht. Das Bedürfniss nach Nahrungsmitteln gibt sich durch die eigenthümliche Empfindung des Hungers und Durstes zu erkennen. Alle wahren Nahrungsmittel müssen, ausser einem Quantum von Wasser, eine grössere oder geringere Menge organischer Stoffe (besonders Eiweiss und Fett) enthalten, und diese Stoffe müssen sie auch in assimilationsfähiger, durch die Verdauungssäfte angreifbarer Form enthalten. Dass zum Wohlbefinden des Menschen sehr viel auf die Quantität und Qualität der Nahrungsstoffe ankommt, versteht sich wohl von selbst. (Ausführlicheres s. später bei der Verdauung.)

Die Entziehung einer der genannten Lebensbedingungen führt bei dem einen Menschen schneller als beim andern Nachtheile und endlich den Tod herbei, und man schreibt in dieser Hinsicht denselben eine verschiedene Lebenstenacität zu. Das absolute Fehlen aller Bedingungen wird natürlich nur eine sehr kurze Zeit ertragen. Uebrigens kommt hierbei auch auf Alter, Constitution, Klima, sowie überhaupt auf manche andere Umstände sehr viel an. Während seiner Entwickelung und seines Wachsthums, wo die Lebenstenacität am geringsten ist, bedarf der Mensch der Lebensbedingungen, vorzüglich der Wärme und Nahrung, bei weitem mehr, als wenn er erwachsen ist. Ausser diesen Bedingungen ist sodann auch der Einfluss der Lebensreize (s. S. 21), welche durch die Sinnesorgane und Nerven auf die motorischen Thätigkeiten des Körpers (reflectirend) einwirken, zum gehörigen Bestehen des Menschen von der grössten Wichtigkeit.

Krankheit.

Die gewöhnlichen Erscheinungen des Lebens, welche das Product der gegenseitigen Einwirkung zwischen Organismus und Aussenwelt sind und nach bestimmten (physikalischen, chemischen oder organischen) Gesetzen vor sich gehen, können nur bei der gehörigen organischen Mischung und Form, und bei der gehörigen Einwirkung der nothwendigen äussern Einflüsse zu Stande kommen. Nicht jeder Organismus zeigt aber ganz dieselben Lebenserscheinungen, nicht bei jedem Organismus sind die äussern und innern Lebensbedingungen (s. S. 249) in ganz gleichem Grade von Einfluss auf die Lebenserscheinungen. Obschon alle Menschen nach demselben Urtypus ge-

bildet sind, so gleicht doch kein Körper ganz dem andern, und es sind deshalb die Gränzen zwischen dem Gewöhnlichen und Ungewöhnlichen der Lebenserscheinungen, sowie zwischen dem Gehörigen und Ungehörigen der Lebensbedingungen nichts weniger als scharf gezogen. Doch versucht man im Allgemeinen, in Betracht gewisser bleibender und wesentlicher Merkmale der Individuen, eine bestimmte Gränze zwischen Norm und Abnorm (nach subjectivem Gefühle und Erfahrung) zu ziehen, nur ist dieselbe bei jedem Menschen eine andere, und ändert sich auch bei demselben Menschen nach Alter, Geschlecht, Klima u. s. f. verschiedentlich um. Eine Abweichung in den gewöhnlichen Lebenserscheinungen, die natürlich immer nur die nothwendige Folge unter andern Verhältnissen wirkender Gesetze, niemals etwas Gesetzloses sein kann, pflegt man Krankheit zu nennen. Die Gränze derselben muss aber gerade so verwischt sein, wie die des Normalen, der Gesundheit; sie richtet sich ebenfalls nach dem Individuum und nach den dasselbe betreffenden Umständen.

Jede Krankheit (jede Abweichung vom individuell normalen Zustande) ist in Umänderung der organischen Materie bedingt; jede Krankheit bedarf zu ihrer Entstehung einer äussern Ursache, welche eine Abweichung der organischen Materie und Function nach sich zieht, so dass also Krankheit ihren Erscheinungen nach auch als abnorme Reaction (s. S. 248) aufgefasst werden könnte. Es rufen nun zwar häufig dieselben Ursachen bei verschiedenen Individuen dieselben Krankheiten hervor, allein sehr oft bedingen auch dieselben Ursachen bei demselben, sowie bei verschiedenen Individuen ganz andere Folgen, während gar nicht selten die verschiedensten Ursachen ein und dieselbe Folge haben. Diese Folgen, die sich in verschiedenem Grade von Heftigkeit über mehr oder weniger Theile erstrecken können, führen nach und nach entweder den normalen Zustand wieder herbei (Naturheilkraft), oder sie ziehen eine bleibende, dem Kranken und Arzte mehr oder weniger bemerkliche Veränderung (Nachkrankheit) nach sich, oder sie bringen den Tod. — Die materiellen Veränderungen bei Krankheiten, von denen uns manche allerdings noch ganz unbekannt sind (wie bei einigen Nervenkrankheiten) und von denen man die meisten ihrem Wesen nach noch nicht gehörig erforscht hat, betreffen ebensowohl die flüssigen wie festen Bestandtheile des Körpers. Die aus Umänderungen der Flüssigkeiten, besonders des Blutes, hervorgehenden Krankheiten pflegt man allgemeine zu nennen, während die der verschiedenen Organe und Systeme als örtliche Krankheiten bezeichnet werden. Beide, allgemeine und örtliche Krankheiten, können (oder müssen vielmehr wegen des Wechselverkehrs zwischen festen und flüssigen Theilen) einander bedingen: eine allgemeine Krankheit kann eine örtliche nach sich ziehen und umgekehrt, so dass von jeder eine primitive und consecutive Form existiren muss. Die primitive (allgemeine oder örtliche) Krankheit kann dann wieder entweder direct und zuerst im betroffenen Theile (protopathisch) oder erst nach vorausgegangenen andern Leiden in demselben Organe (deuteropathisch) auftreten.

Krankheitserscheinungen. Alle Krankheiten führen mehr oder weniger deutliche, an die Abweichung der Materie gebundene Erscheinungen (*Symptome*) mit sich, und diese werden entweder nur vom Kranken wahrgenommen (d. s. abnorme Empfindungen; *subjective* Symptome), oder sie sind auch dem Arzte sinnlich wahrnehmbar (*objective* Symptome). Die letzteren bestehen entweder in abnormer Thätigkeit eines Organs (*functionelle*) oder in Veränderung der physikalischen Eigenschaften desselben (*materielle, physikalische* Symptome). Nur die objectiven, durch die sogenannte *physikalische Diagnostik*, durch Besichtigen (*Inspection*), Befühlen (*Palpation*), Messen (*Mensuration*), Beklopfen (*Percussion*) und Behorchen (*Ausculation*), durch chemische und mikroskopische Untersuchungen wahrzunehmenden Symptome haben für den Arzt zur Erkennung der Krankheit Werth, indem sie bestimmte sichtbare, hörbare, fühlbare, zähl- oder wägbare Veränderungen andeuten, während die subjectiven Symptome, da sie grossentheils von dem Grade der Empfindlichkeit, vom guten Willen und von der Urtheilsfähigkeit des Kranken abhängen, höchst unsicher und trügerisch sind. — Einige dieser Symptome sind die nothwendigen Folgen der materiellen Veränderungen eines Theiles (*wesentliche, essentielle* Symptome), andere dagegen hängen theils von Nebenumständen ab (*accidentelle, zufällige* Symptome), theils sind sie die Folgen des materiellen oder functionellen Zusammenhanges des erkrankten Theiles mit demjenigen, der ebenfalls eine veränderte Thätigkeit zeigt (*consensuelle, sympathische, synergische* Symptome). Selten sind die wesentlichen Symptome für eine Krankheit so charakteristisch (*pathognomonisch*), dass sie allein zur Erkennung dieser dienen könnten; oft kommt dasselbe Symptom den verschiedenartigsten krankhaften Zuständen zu und deshalb lässt sich nur durch das Zusammenfassen aller, vorzugsweise aber der physikalischen Symptome, eine Krankheit richtig erkennen. — Eine grosse Anzahl von Symptomen, besonders von den subjectiven und sympathischen, aus denen man früher bestimmte Krankheiten mit grosser Sicherheit zu erkennen glaubte, sind den jetzigen, aus vielen Sectionen geschöpften Erfahrungen nach von äusserst geringem Werthe für die Diagnostik (wie z. B. Schmerz, Fieber, anomale Bewegungen, Störung der Hirnthätigkeit u. s. w.), weil sie weder den Sitz, noch das Wesen der Krankheit mit nur einiger Sicherheit zu bezeichnen vermögen. Für den Arzt dürfen sie nur insofern von Wichtigkeit sein, als sie ihn darauf aufmerksam machen, dass irgendwo im Körper irgend eine Unregelmässigkeit stattfindet.

Pathologische Anatomie; physikalische Diagnostik; rationelle Medicin. In den frühesten Zeiten, als man noch keine Kenntniss vom Baue des menschlichen Körpers, von den Verrichtungen seiner Organe und von dem Ineinandergreifen der Functionen dieser Organe hatte, konnte man natürlich auch keinen klaren Begriff von *Krankheit* (d. h. von irgend einer Störung dieses oder jenes Lebensprocesses) haben. Man berücksichtigte nur die verschiedenen in die Augen fallenden widernatürlichen Erscheinungen am Körper und suchte gegen *jede einzelne* derselben irgend ein Mittel, welches, sobald diese darnach verschwand, als Heilmittel gegen jenes Symptom angesehen wurde. Man ahnete gar nicht, dass dasselbe Resultat auch *ohne alle* Arznei oder beim Gebrauche *sehr vieler* anderer Mittel hätte erzielt werden können. Man wusste nämlich nicht: dass unser Organismus so eingerichtet ist, dass Störungen einer Verrichtung sehr häufig durch nothwendig nachfolgende anderweite Veränderungen allmälig wieder ausgeglichen werden, so wie dass manche, bisweilen sehr quälende Zustände (z. B. Schmerz und überhaupt unangenehme Empfindungen, Wasseransammlungen, Fieber u. s. w.) im Verlaufe der Krankheit, ohne dass irgend ein Mittel angewendet worden wäre, plötzlich verschwinden, obschon die Krankheit selbst fortdauert. Diesem Kindesalter der Medicin verdankt unsere jetzige Heilmittellehre einen Wust von höchst überflüssigen Mitteln. Obschon nun gegen diese rohe, alle wissenschaftliche Grundlage entbehrende

empirische, einfach-symptomatische Medicin ausser vielen andern Gründen die unbestreitbare Thatsache spricht, dass dieselben Krankheitssymptome durch die verschiedenartigsten, oft ganz entgegengesetzten Ursachen hervorgerufen werden, so hat sie doch heutzutage noch manchen Anhänger. — Als man später mehr Einsicht in den Bau und in die Verrichtungen des Körpers bekam und so einen nothwendigen innern Zusammenhang zwichen verschiedenen Krankheitserscheinungen zu ahnen anfing, fiel man sofort in den Fehler, die sämmtlichen an einem Patienten gleichzeitig oder nach einander auftretenden und besonders in die Augen fallenden Symptome zusammen zu fassen, und ihnen, so zusammengefasst, einen bestimmten Krankheitsnamen zu geben. Ob diese Symptome auch wirklich zusammen gehörten, d. h. von einer einzigen Ursache und Functionsstörung herrührten oder nicht, darnach wurde nicht gefragt, und dies konnte auch bei dem damaligen Stande der Wissenschaft nicht ermittelt werden. Auf diese Art entstand die Unmasse von Krankheiten in den ärztlichen Systemen mit ihren verschiedenen Arten, Unterarten und Abarten, die man aber zum grössten Theile im Leichname gar nicht vorfindet. Bei diesem Stande der Wissenschaft wurde die Behandlung weniger gegen die einzelnen Symptome als gegen eine Symptomengruppe mit einem gewissen Krankheitsnamen gerichtet. Freilich vermuthete man nicht, dass sich unter jenen Namen gar nicht selten mehrere und sehr verschiedene Krankheiten versteckten, da ja häufig ganz dieselben Symptome den verschiedenartigsten Krankheitszuständen zukommen. Leider hängen dieser veralteten symptomatischen Medicin noch die meisten Aerzte an. — Ganz anders verhält es sich mit der neuesten, sogenannten rationellen oder physiologischen Medicin. Sie gründet sich nur auf ganz feststehende Thatsachen, die mit Hülfe einer vorurtheilsfreien Anschauung durch unsere fünf Sinne gewonnen worden sind. Durch viele Tausende von Sectionen haben wir nämlich von der Mehrzahl der Krankheiten kennen gelernt, welche Veränderungen sie im Körper erzeugen, so dass wir jetzt in den meisten Fällen zu beurtheilen im Stande sind, wie es bei dem annoch lebendigen Kranken im gegenwärtigen Augenblicke innerlich aussieht. Ferner haben wir aber durch die Sectionen auch noch gelernt, wie jene Veränderungen beim Patienten durch ihre physikalischen Zeichen zu erkennen sind. Wir haben ferner diesen Sectionen die Erfahrung zu verdanken, dass sehr viele Krankheiten sich nur bisweilen, nicht etwa immer für den Patienten durch Empfindungen oder durch Functionsstörungen eines oder mehrerer Organe (die aber auch in verschiedenen Individuen bei demselben Uebel ganz verschieden sein können) zu erkennen geben. Wir haben sodann einsehen gelernt, dass sehr viele krankhafte Zustände, welche man früher für bestimmte Krankheiten ansah und behandelte, z. B. Fieber, Asthma, Wassersucht, Krämpfe, Blutungen u. s. f., nichts anderes als Symptome sind, die sehr vielen und sehr verschiedenen Krankheiten zukommen können, und danach also auch einer sehr verschiedenartigen Behandlung bedürfen. Jedenfalls muss man die Wissenschaften, von denen die eine (die pathologische Anatomie) die wirklichen handgreiflichen inneren Veränderungen, die der Arzt zu beseitigen wünscht, kennen lehrt, die andere aber (die physikalische Diagnostik) die Hülfsmittel angibt, durch welche der Arzt am Patienten mit positiver Sicherheit erkennen und sinnlich nachweisen kann, was bei demselben innerlich verändert ist, als die für den praktischen Arzt unentbehrlichsten anerkennen.

Die pathologische Anatomie lehrt die Veränderungen, welche ein Krankheitsprocess in den verschiedenen Gebilden des Körpers hervorbringt, sinnlich auffassen, der Form nach aus Bau und Mischung der Theile des Organismus begreifen, und (dem Wesen nach) die Nothwendigkeit ihres Zustandekommens und Verlaufens aus der Phy-

siologie erklärlich finden. Die pathologische Anatomie begründet demnach die naturwissenschaftliche Kenntniss derjenigen Objecte, von welchen in der Pathologie die Rede ist, der Krankheiten also. Sie lehrt das Entstehen und Verlaufen derselben begreifen, aber zugleich dieselben auch von aussen her und am Lebenden vermöge ihrer nothwendigen materiellen (physikalischen) Zeichen auffinden. **Die pathologische Anatomie mit der physikalischen Diagnostik ist die Grundlage der Medicin.**

Knochen-, Knorpel- und Bänderlehre.

[illegible] Die pathologische Anatomie [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] der [illegible] [illegible] [illegible] derselben begreifen, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]) Zeichen auffinden. Die [illegible] [illegible] mit der physikalischen Diagnostik [illegible] die Grundlage der Medicin.

Knochenlehre, *Osteologia.*

Die **Knochen**, *ossa* (s. Bd. I. S. 23), die härtesten Bestandtheile des menschlichen Körpers (nebst den Zähnen), bilden vermöge ihrer Härte und Festigkeit, sowie durch ihre wechselseitige Verbindung, ein mehrere Höhlen einschliessendes Gerüste von beweglichen Balken und Hebeln, welches den Weichtheilen zur Befestigung, zur Stütze und zum Schutze dient. Nach ihrem verschiedenen Zwecke ist nicht nur der Bau und die Gestaltung der Knochen (s. Bd. I. S. 24), sowie die Vereinigung derselben unter einander (s. S. 27) eine verschiedene, sondern es zeigen auch die Knochen nach den verschiedenen Körpertheilen und Lebensaltern ungleiche Gehalte an festen Bestandtheilen. Härte, Festigkeit, Undurchdringlichkeit, geringe Elasticität, gelblichweisse Farbe, kommen jedem Knochen in verschiedenem Maasse zu. Diese Eigenschaften hängen von der Zusammensetzung aus organischen und unorganischen Bestandtheilen und vom richtigen Verhältnisse dieser Substanzen zu einander ab.

I. **Mischung der Knochen.** Die Knochensubstanz *(tela s. substantia ossea)*, von 1,8—2,3 specif. Gewichte, besteht zum grössten Theile aus festen Materien und enthält unter allen organischen Substanzen die geringste Menge Wassers (doch immer noch ein wenig). Sie ist aus zwei Hauptbestandtheilen, aus einem organischen und einem unorganischen, zusammengesetzt. Der erstere ist eine knorpelige Substanz und bildet die Grundlage des Knochens, der letztere, eine erdige Masse, ist theils mechanisch (in den Knochenkörperchen und Kalkkanälchen), theils chemisch (in der Grundsubstanz) mit dem Knorpel verbunden. Eine jede dieser Substanzen behält nach der Entfernung der andern noch die Form, natürlich aber nicht die Eigenschaften des Knochens; denn wird die knorpelige Substanz durch Glühen oder Maceriren in warmer Kalilauge zerstört, so bleibt die erdige als weisser, zerbröckelnder Körper zurück; zieht man dagegen die erdige Materie durch Salzsäure aus, so stellt die zurückbleibende knorpelige einen weichen, biegsamen Körper von der Form des frischen Knochens dar. Bei trockner Destillation erhält man aus den Knochen: Wasser, Ammonium, brandiges Oel, Fettsäure, Blausäure, gekohltes und geschwefeltes Wasserstoffgas, Kohlensäure.

a. **Knochenknorpel, Knochenbildungs-Knorpel,** *cartilago ossium s. formativa s. ossescens*, der organisirte Theil der Knochensubstanz,

ist, so lange er noch feucht ist, eine weiche, leichte, sehr elastische, biegsame, doch ziemlich feste, gallert-knorpelartige, bräunliche, gelbe (vom Fette), halbdurchsichtige Substanz, die von zahlreichen Gefässen, Fett und Zellgewebe durchzogen ist, im feuchten Zustande der Fäulniss unterworfen ist und, dem Feuer ausgesetzt, verbrennt. Sie beträgt bei Erwachsenen etwa ⅓ der ganzen Knochenmasse, bildet die als ein Continuum zusammenhängende Grundlage des Knochens, bestimmt die Gestalt und Biegsamkeit desselben, mindert die Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit der Knochenerde, und wird zuerst, vor der erdigen Substanz, erzeugt, welche letztere später erst in den Zwischenräumen der knorpeligen nach und nach abgesetzt wird. So lange der Knochenknorpel *(cartilago ossescens s. formativa)* noch nicht mit Knochenerde durchzogen ist (vor der Verknöcherung), löst er sich durch Kochen zugleich mit Zellgewebe und Extractivstoffe des Markes (das Fett schwimmt oben auf), bis auf eine 1,13 pr. C. betragende faserige Masse (wahrscheinlich Gefässe), in Knorpelleim, *Chondrin* (s. S. 135), auf und verhält sich in seinem Baue ganz wie die permanenten Knorpel (s. diese). Nach der Ossification dagegen gibt er *(cartilago ossium)* durch Kochen Tischlerleim, Glutin, *colla* (s. S. 134), und verändert sich, wie später bei der Verknöcherung gezeigt wird, in seiner Textur. Selbst in Knochen, die sehr lange vergraben waren, in fossilen (Mammuth-) Knochen, findet sich noch Knorpelmasse, die sich bisweilen in Leim umgebildet hat. Es wird der Knochenknorpel, durch den Papiniani'schen Digestor bei hoher Siedehitze ausgezogen, als Nahrungsmittel (Rumford'sche Suppen) verwendet. Auch die verdauende Kraft des Magens vermag aus dem Knochen den Knorpel zu ziehen, wo dann der erdige Bestandtheil als *album graecum* mit den Excrementen entleert wird (Raubthiere).

b. **Knochenerde**, ist der feste, harte, mineralische, nicht organische, vorzugsweise aus Kalksalzen bestehende Bestandtheil der Knochensubstanz, welcher dieser ihre weisse Farbe, Undurchsichtigkeit, das grosse specifische Gewicht und die Fähigkeit, der Fäulniss zu widerstehen gibt. Sie beträgt ⅔ der Knochenmasse und scheint theils mechanisch in den Lücken und Röhrchen des Knochens *(corpuscula ossium* und *canaliculi chalicophori)* als feiner Niederschlag abgesetzt, theils chemisch mit dem Knorpel verbunden zu sein. *Müller*, welcher die Knochenkörperchen und Kalkkanälchen für den hauptsächlichsten Sitz der Kalkerde hält, thut aber auch dar, dass ein grosser Theil derselben in der Intercellularsubstanz, wahrscheinlich auf mechanische Weise, nicht in chemischer Verbindung, abgelagert sei. *Bruns* will den eigentlichen Sitz der Kalkerde nur in der Grundsubstanz finden. — Die Knochenerde, welcher die Knochen ihre Härte und Sprödigkeit, ihre Dauerhaftigkeit und Beständigkeit im Feuer verdanken, besteht hauptsächlich (53%) aus basisch phosphorsaurem Kalke (8 Aequiv. Kalk und 3 Aequiv. Phosphorsäure; als Phosphorit im Mineralreiche vorkommend), mit ein wenig Fluorcalcium, aus kohlensaurer Kalkerde (welche bei den untern Thierklassen vorherrschend) mit etwas phosphorsaurer und kohlensaurer Talkerde. Auch Arsen wollen Manche manchmal in der Knochenerde gefunden haben; ebenso Spuren von Eisen. — Jedenfalls gehört auch das Fett mit zu den nicht unwichtigen Bestandtheilen der Knochensubstanz (s. später bei Knochenmark). Hiernach würde die chemische Analyse eines frisch getrockneten Knochens die folgende sein:

Knorpel und Krystallwasser der erdigen Salze	32,17	33,3	organische Substanz.
Adern und Zellgewebe	1,13		
Phosphors. Kalk mit wenig Fluorcalcium (2,00)	53,04	66,7	erdige, unorgan. Substanz.
Kohlensaure Kalkerde	11,30		
Phosphorsaure Talkerde	1,16		
Natron und Kochsalz (dem Knorpel gehörend)	1,20		
	100,00.	100,0.	

Von dem gehörigen Verhältnisse dieser knorpeligen und erdigen Substanz hängen hauptsächlich die dem Körper nützenden physikalischen Eigen-

schaften des Knochengewebes, Härte und Elasticität ab, indem die knorpelige die Sprödigkeit der erdigen mindert und diese die Nachgiebigkeit jener, so dass die Knochen einen bedeutenden Druck auszuhalten vermögen, ohne sich zu biegen, und bei stärkerem Drucke etwas nachgeben können, ohne gleich zu zerbrechen. Ist die knorpelige Substanz in (absolut oder relativ) überwiegender Menge vorhanden, so wird der Knochen zu weich, biegsam, krümmt sich leicht (Knochenerweichung bei Rhachitis und Osteomalacie), wie bei Neugebornen. Ist dagegen der Antheil der Knochenerde grösser, so wird der Knochen leicht zerbrechlich *(fragilitas ossium, osteopsathyrosis)*, wie bei Greisen. — Das Verhältniss der genannten beiden Substanzen im Knochen wechselt nach den Lebensaltern, der Lebensweise (Nahrung) und in Krankheiten, und ist selbst verschieden in verschiedenen Knochen desselben Skelets. So bestehen (nach *Schreger*) die Knochen eines Kindes ungefähr zur Hälfte, die des Erwachsenen zu $^4/_5$, und die von alten Leuten zu $^7/_8$ ihres Gewichtes aus Knochenerde. Deshalb kommen Brüche im kindlichen Alter selten, im Greisenalter häufig vor. Die dichte Knochensubstanz und die Kopfknochen enthalten mehr erdigen Bestandtheil, als die schwammige Knochensubstanz und die Röhrenknochen; die kurzen Knochen enthalten weniger Erde als die cylindrischen. Zu berücksichtigen ist aber hierbei die Menge und Weite der Zellen und Kanälchen im Knochen, denn je mehr die letzteren überwiegen, um so geringer wird scheinbar der Kalkerdegehalt eines Knochens sein, und der Unterschied wird um so auffallender, je weniger der Knochen getrocknet worden ist, weil das Wasser hauptsächlich dem Inhalte der Kanälchen angehört. Ein Knochen erscheint in der Regel an organischer Substanz um so ärmer, je weniger er unter den normalen Verhältnissen bei seinen auszuhaltenden Druck- und Lastwirkungen der Gefahr eines Bruches ausgesetzt ist. — Die Knochenerde hat eine sehr verschiedene Zusammensetzung, je nach den Thierklassen, in welchen sie auftritt, während der Knorpel fast überall von derselben Beschaffenheit bleibt; ebenso wechselt das relative Verhältniss zwischen Erde und Knorpel bei den verschiedenen Knochen derselben. So haben z. B. die Raubvögel, welche vorzugsweise auf kräftigen und schnellen Flug angewiesen sind, im Humerus bedeutendes Uebergewicht der Knochenerde gegen das des Femurs, während bei den Scharrvögeln der Humerus gleichen oder geringeren Gehalt zeigt. Bei den Wandervögeln hat die Tibia mehr Knochenerde als das Femur, und der Humerus, da sie doch vorzugsweise die Flügel gebrauchen, wieder mehr als beide. Bei den Schwimmern ist Femur und Tibia fast gleich, und der Humerus zeigt nur wenig mehr.

II. **Textur der Knochen.** An ihrer von Knochenhaut überzogenen Oberfläche sind alle Knochen von einer dichten Rinde umgeben und mit schwachen Streifen und feinen Oeffnungen für die ernährenden Gefässe *(foramina nutritia)* versehen; da, wo ein Knochen mit einer Knorpelschicht (Gelenkknorpel) überzogen ist, zeigt er sich sehr rauh und ohne Periosteum, und mit einer Menge dicht gedrängter, kleiner Erhabenheiten besetzt, welche in den Vertiefungen des Knorpels stecken und von denen jede ein blind endigendes Kanälchen (Markkanälchen) enthält. Im Innern bieten die Knochen dagegen ein von Zellen und Kanälchen herrührendes faserig-zelliges Ansehen, ein poröses blättriges Gefüge dar, von Bälkchen und Plättchen, von L a m e l l e n gebildet, die sich mehr oder weniger dicht mit einander verbinden und unregelmässige, eckige, ovale oder runde, unter einander zusammenhängende, grössere oder kleinere Lücken und Kanälchen zwischen sich lassen, die man entweder mit blossem Auge oder nur durch das Mikroskop wahrnehmen kann. Je nachdem diese Zwischenräume enger oder weiter sind, unterscheidet man zwei, mit blossen Augen erkenn-

bare Knochensubstanzen, eine dichte und eine schwammige, die aber in ihrer Mischung nicht von einander verschieden und hier und da auch weniger scharf von einander abgegränzt sind, sondern durch allmälige Uebergangsstufen in einander übergehen. Da, wo man die dichte Substanz stark entwickelt findet, ist es die schwammige weniger, und umgekehrt.

a. **Dichte Knochensubstanz**, Rindensubstanz, *substantia compacta s. corticalis*, bildet stets die Rinde des Knochens und findet sich vorzüglich stark entwickelt an dem Mittelstücke der langen Knochen, von dem sie, nach den Enden hin allmälig dünner werdend, in die Marksubstanz übergeht. Sie dient zur Sicherheit gegen äussere Beeinträchtigung und macht den Knochen zu demjenigen Widerstande geschickt, den er seiner Bestimmung nach im Leben leisten soll. Bei solchen Knochen, welche lang oder plattenförmig, nur eine geringe Dicke haben und leicht dem Zerbrechen ausgesetzt sind, bildet sie eine dicke Rinde, umgekehrt sind aber die dünnen und kurzen Knochen nur von einer dünnen Lage Rindensubstanz überzogen. An der innern Fläche der Schädelknochen bildet sie eine Platte von solcher Härte und Sprödigkeit, dass man sie Glasplatte, *lamina vitrea*, genannt hat. Die Corticalsubstanz erscheint zwar den unbewaffneten Augen gleichförmig dicht, homogen, sie besitzt aber auch Lücken, d. s. Zellen und Kanälchen (s. später *corpuscula ossium, canaliculi medullares* und *calciphori*), welche für Gefässe, Knochenmark und Knochenerde bestimmt sind und sich zum Theil an der äussern Oberfläche öffnen. Diese Substanz enthält mehr Knochenerde als die schwammige, dagegen verbreiten sich in ihr weniger Blutgefässe.

b. **Schwammige Knochensubstanz**, Marksubstanz, *substantia spongiosa s. medullaris* (oder auch *reticularis* mit grössern, deutlicheren Zwischenräumen und festen Wänden, und *cellulosa s. spongiosa*, mit kleinen aber zahlreichen Zellen und minder festen Wänden). Sie befindet sich im Innern der Knochen, besonders der kurzen und dicken, und in den Enden der Röhrenknochen, und bildet ein zelliges, weitmaschiges, netzförmiges Gewebe, dessen Zwischenräume Markzellen oder, wenn sie grösser sind, Markhöhlen heissen, alle unter einander communiciren und mit einem lockern, sehr gefässreichen Zellgewebe (Markhaut) ausgekleidet sind, welches häufig Fett (Knochenmark) in Zellen einschliesst, oder anstatt des Fettes eine röthliche, gallertartige Flüssigkeit enthält. Liegt diese Substanz zwischen 2 Platten von Rindensubstanz (wie bei den platten Knochen), so wird sie *Diploë* genannt; im Mittelstücke der langen Knochen gehen ihre Zellen fast in eine einzige Höhle (Markhöhle) über, die nur hier und da von einzelnen Knochenbälkchen durchsetzt wird. — Die Marksubstanz nützt dem Knochen dadurch, dass sie sein Gewicht nicht so bedeutend vermehrt und wegen ihres weichen Inhaltes nachgiebiger, der auf sie einwirkenden Kraft mehr Widerstand entgegen setzen kann, also weniger leicht zerbricht. — Viele grössere und kleinere Oeffnungen führen durch die Rindensubstanz von der Oberfläche in das zellige Innere des Knochens.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Knochensubstanz zeigt sich zuvörderst ein eigenes Kanalsystem, das der Markkanäle, deren Grösse und Ausdehnung sehr bedeutende Verschiedenheiten zeigt. Denn im Innern der grossen Röhrenknochen findet sich eine Markhöhle, die schwammige Substanz ist von Markzellen und die dichte Knochenmasse von Markkanälchen durchzogen. Diese Markräume enthalten ein deutliches Fasergewebe, welches sich an der Oberfläche als sogenannte Markmembran darstellt, reichliches Fett in seinen Räumen beherbergt und als Bett der Blutgefässe dient. Ausserdem finden sich noch, vorzüglich in den platten

Knochen, engere *Breschet*'sche Kanäle für die in ihnen laufenden Venenstämme. Um die rundlichen oder länglichen Mündungen der Markkanälchen herum sieht man (auf einem feinen Querschliffe) eine grössere oder geringere Menge mehr oder minder concentrischer Ringe, als Gränzen einzelner Knochenlamellen. Diesen Ringen mehr oder minder parallel, verlaufen in einzelnen Distanzen gestellte, meist spindel- oder sternförmige Knochenkörperchen, von welchen die kalkführenden Kanälchen ausgehen, die, da sie grösstentheils von den Seitenflächen der Knochenkörperchen auslaufen, die Lamellen mehr oder minder senkrecht schneiden. Jedes einzelne Markkanälchen wird aber nur bis zu einer gewissen Distanz hin von concentrischen Lamellen umgeben; über diese Gränze hinaus erscheinen in der Regel anders laufende Blätter, welche einem andern, weiter auslaufenden Lamellensysteme angehören. Sonach sind die Markkanälchen, die Knochenlamellen und die Knochenkörperchen mit ihren kalkführenden Strahlen als die wesentlichen Elemente der Knochensubstanz zu betrachten.

a. Die **Markkanälchen** (Knochenkanälchen, Knochengefässe), *canaliculi medullares*, finden sich hauptsächlich in der Rindensubstanz, und, doch nur in geringem Grade, in den Plättchen der Marksubstanz. Es sind (im Durchschnitte) cylindrische oder elliptische, selten unregelmässig prismatische Kanälchen, welche sich durch dünnere Queräste mit einander verbinden und so ein Netzwerk mit bald engern, bald weitern, rundlichen oder gestreckten Maschen bilden. Sie enthalten Blutgefässe, Zellgewebe und Fett (freies nach *Miescher*), und dienen so dem Stoffwechsel des Knochens. Sie münden durch feine Oeffnungen sowohl nach innen in die Markzellen und Markhöhlen (welche also als unmittelbare Erweiterungen der Markkanälchen angesehen werden könnten), als auch nach aussen an der äussern Oberfläche des Knochens, wo feine Blutgefässe vom Periosteum aus in ihre Mündungen *(foraminula nutritia)* eintreten und entweder Capillarnetze bilden, die sich an den Wänden der Kanälchen und zwischen den in ihnen enthaltenen Fettzellen verbreiten, oder in den feinern Kanälchen in der Achse derselben verlaufen. Blind endigende Markkanälchen finden sich nur in den überknorpelten Gelenkenden der Röhrenknochen, wo die Knochensubstanz mit einer Menge kleiner Erhabenheiten in die Vertiefungen der Knorpelschicht hineinragt. Im Allgemeinen verlaufen die *canaliculi medullares* nach dem längsten Durchmesser des Knochens oder in der Richtung, in welcher beim Embryo die Verknöcherung desselben vor sich ging; in den Röhrenknochen in der Längenrichtung, in den platten strahlig divergirend. Hierdurch geben sie dem Knochen das streifige oder faserige Ansehen, und daher kommt es, dass man früher die Knochensubstanz als aus Fasern zusammengesetzt ansah. Der Durchmesser dieser Kanälchen ist sehr verschieden; die engsten (von 0,005—0,002‴ Dm.) befinden sich immer der Oberfläche des Knochens näher, dagegen werden sie nach innen zu um das Drei- bis Sechs- und Zehnfache weiter und dehnen sich nicht selten, ehe sie in die Markzellen übergehen, zu rundlichen Blasen oder trichterförmigen Zellen aus. Die Wandungen der Markkanälchen sind von 4 bis 8 bis 15 (um so mehr, je weiter der Kanal) concentrisch dicht um einander herumliegenden Lamellen gebildet, die sich nach der Länge des Kanals erstrecken, Schichten von 0,0296—0,022 p. C. Durchmesser bilden und im frischen Zustande dunkler und bräunlich gefärbt sind. Nach *Krause* sind die Wände der Markkanälchen mit Löchern von 0,0006‴ Durchmesser äusserst dicht besetzt; er vermuthet, dass es die Oeffnungen der Kalkkanälchen sind; doch könnten es auch blinde Enden derselben sein. Die Entfernung der Kanälchen von einander ist sehr verschieden und scheint vom Alter abhängig zu sein, denn in jungen Subjecten findet

man sie weit dichter als bei Erwachsenen (was vielleicht von Obliteration einzelner Kanälchen herrührt, da Anhäufung von neuer Knochenmasse zwischen ihnen der Art des Wachsthums der Knochen entgegen wäre). In den Knochen niederer Thiere, besonders wenn dieselben sehr klein sind, treten die Markkanälchen fast ganz zurück.

b. Die **Grundmasse** des Knochens (zwischen den Markkanälchen) besteht nicht, wie man früher glaubte, aus Fasern, sondern aus **Plättchen**, *lamellae ossium*, und diese bilden 2 Ordnungen, von denen die eine jedes einzelne Markkanälchen mit 4 bis 12 und mehr concentrischen Schichten umgibt, die andere aber in ausgedehnteren concentrischen Kreisen (6 — 12) um die Markhöhle herumgelagert ist, die erstere Ordnung zwischen sich nimmt, und, den ganzen Knochen umgebend, den äussern Theil der Rinde bildet. Man kann sich bei einem cylindrischen Knochen die Anordnung der Lamellen so vorstellen, dass die Markhöhle von einer Schicht in einander steckender Röhren umschlossen sei, die auseinander weichen oder unterbrochen sind, um die Markkanälchen zwischen sich aufzunehmen, deren Wände ebenfalls von einer gewissen Anzahl in einander steckender Röhren gebildet werden. In den spongiösen Knochen, in welchen ein Centralkanal fehlt, kommen nur die Markkanälchen-Lamellen vor; in den platten Knochen sind die compacten Tafeln von dicht auf einander liegenden, mit der Fläche des Knochens parallel laufenden Lamellen gebildet. Die Lamellen haben eine Dicke von 0,0020—0,0035‴ nach *Henle* (0,0027‴ nach *Deutsch* und *Miescher;* $\frac{1}{325}$ — $\frac{1}{135}$‴ nach *Krause*) und diese ist sowohl in den Markkanälchen-, als Rinden-Lamellen, sowie in allen Knochen so ziemlich gleich. Diese Lamellen bestehen aus einer hellen, gelblichen, homogenen Grundmasse (Intercellularsubstanz) und aus zahlreichen, kleinen, mit zackigen Rändern versehenen meist ovalen Körperchen, d. s. die Knochenkörperchen (Ueberbleibsel der Zellen). Die innern Lamellen bilden auf dem Querschnitte regelmässige concentrische Ringe, weil sie sich ziemlich genau nach der Form des Markkanälchens richten, die äussern weichen dagegen von der Ringform ab, indem sie gegen die Lücken, welche durch das Aneinanderliegen der Lamellen benachbarter Kanälchen entstehen, etwas ausbiegen und sich deshalb, mehr oder weniger regelmässig, wellenförmig verlaufend zeigen. Es scheint übrigens, als ob jede Lamelle von einer Fläche zur andern von kurzen Fasern durchzogen oder, was wahrscheinlicher ist, von engen Kanälchen durchbohrt werde, die jedenfalls Fortsetzungen der Markkanälchen sind. Einzelne Lamellen von der Fläche betrachtet, fand *Henle* in der Regel glashell oder ganz feinkörnig, zuweilen aber auch faserig, und die Fasern waren entweder blass, wie aus Körnchen zusammengesetzt, oder dunkel und rauh, niemals aber in längeren Strecken isolirbar, sondern ästig, durch einander gefilzt und den Fasern des Faserknorpels ganz identisch. Auf der Fläche der Lamellen zeigt sich eine sehr grosse Menge feiner etwas dunkler Pünktchen, von kaum 0,0006‴ Durchmesser, welche wahrscheinlich die Mündungen jener die Lamellen durchbohrenden Kanälchen sind.

c. Die **Knochenkörperchen**, Knochenkerne, *corpuscula ossium (cellulae chalicophorae)*, welche zwischen oder in den Lamellen in grösserer oder geringerer Anzahl eingestreut sind und bei durchfallendem Lichte dunkel, bei auffallendem grauweiss erscheinen, zeichnen sich durch ihr granulirtes Ansehen und völlige Undurchsichtigkeit aus; es sind kleine, plattovale, polyedrische, spindelförmige, zuweilen sehr in die Länge gezogene und an den Enden scharf zugespitzte, seltener rundliche oder rundlich-eckige, meist 0,0042‴—0,0064‴ lange und 0,0015‴—0,00255‴ breite (nach *Krause* im Mittel $\frac{1}{85}$‴ lange, $\frac{1}{205}$‴ breite und $\frac{1}{340}$‴ dicke) Zellen, in deren Höhle Knochenerde in Form eines pulverförmigen Niederschlages abgelagert ist und deren Wand mit der homogenen Substanz der Lamellen (Intercellularsubstanz) verschmilzt. Ihre Lage ist im Allgemeinen so, dass ihr Längendurchmesser mit der Längenrichtung der Lamellen zusammenfällt und so die längern Körperchen einen gegen den Markkanal concaven Bogen beschreiben; ihr Breiten-

durchmesser fällt mit dem Querdurchmesser der Lamellen zusammen, so dass ihre leicht convexen Flächen zwei neben einander liegenden Lamellen zugewandt sind. Ihre Form entspricht also einer Scheibe oder Linse, deren plane Flächen den Flächen der Lamellen parallel sind und die man sich gleichsam zwischen diesen comprimirt denken muss. Es erscheint aber ihre Lagerung nicht überall so regelmässig. — Von den Wänden der Knochenkörperchen, und zwar sowohl von ihren Enden, Rändern als vorzüglich von ihren Flächen, gehen äusserst zahlreiche und feine Kanälchen (von 0,0005‴ Dm.) aus, d. s. die von *Müller* benannten

d. **Kalkkanälchen**, *canaliculi chalicophori*, welche bald nach ihrem Ursprunge aus dem Knochenkörperchen, dem sie auf dem Querschnitte ein unregelmässig sternförmiges Ansehen (das eines vielbeinigen Insectes) geben, sich vielfach verästeln und mit den von andern Körperchen ausgehenden verbinden. Sie sind, wie die Knochenkörperchen, mit Knochenerde oder auch, wie es scheint, mit Serum gefüllt *(Retzius)*; im erstern Falle sehen sie weiss, undurchsichtig, zart granulirt und weich, im letztern gelblich, durchsichtiger und mehr glatt aus. Die von den zugespitzten Enden der Knochenkörperchen ausgehenden Kanälchen werden allmälig feiner und laufen erst eine Strecke zwischen den Lamellen hin; in einiger Entfernung von den Körperchen nehmen aber alle Fasern einen parallelen Lauf und stehen rechtwinkelig entweder auf der Peripherie der Markkanälchen oder auf der Längenachse der Knochen, so dass also die in den Wänden der Markkanälchen strahlenförmig gegen die Höhle derselben gerichtet sind, die übrigen aber strahlenförmig in der Richtung von der Peripherie gegen die Achse des Knochens. Sie kreuzen sich demnach mit den Lamellen, scheinen diese zu durchbrechen (sind dann identisch mit den feinen Knochenlamellen-Kanälchen) und sich nach *Krause* in die Markkanälchen zu öffnen. Sie messen nach diesem da, wo sie von den Knochenkörperchen ausgehen, meistens $^1/_{1200}$‴ — $^1/_{1600}$‴, in ihrem weitern Verlaufe aber $^1/_{2400}$‴ und weniger. Nach *Fleischmann* stehen die Kalkkanälchen der verschiedenen Knochenkörperchen nicht mit einander in Communication.

[NB. Die Bedeutung der Knochenkörperchen und Kalkkanälchen, der *organa chalicophora*, s. später bei der Entwickelung des Knochengewebes.]

III. **Ernährungs- und Ausfüllungsapparat der Knochen.** Die Ernährung eines ausgewachsenen Knochens geschieht wie die aller übrigen Theile durch das aus dem Blute ergossene Plasma (Bildungsflüssigkeit; s. S. 142). Die Blutgefässe, welche dasselbe liefern, verbreiten sich theils an der äussern Oberfläche des Knochens auf dem Periosteum, oder im Innern desselben auf dem Zellgewebe (Markhaut), in den Markkanälchen, Markzellen und Markhöhlen, wo sie zugleich der Absetzung des Knochenfettes (Knochenmark) mit vorstehen, welches einen leichten Ausfüllungsstoff für die Knochen abgibt. Da nun aber die Gefässe der Knochen nur sehr klein und an Zahl im Vergleich zur Grösse der Knochen sehr gering sind, so geht auch der Ernährungsprocess in den Knochen nur sehr langsam vor sich, und Krankheiten entstehen und verschwinden nur langsam in ihnen. Trotz dieser geringen Lebenseigenschaften behaupten die Knochen aber doch als organische Theile ihre Integrität, können auch nach dem verschieden energischen Lebensprocesse Veränderungen erleiden (an Masse zu- und abnehmen) und sich bei Beschädigungen wieder erzeugen. Sie erlangen zwar am spätesten ihre Vollkommenheit, desto vollkommner scheint aber ihre Bildung und Reproduction von Statten zu gehen.

a. **Knochenhaut, Beinhaut,** *periosteum (externum)*, ist eine dünne, aber sehr feste und für sich gefässarme, aber viele Gefässe tragende, sehnige Haut (aus Bindegewebe mit vielen Kernfasern), welche die äussere Fläche der Knochen und auch die Wände einiger grössern Knochenhöhlen (die mit der Nasen- und Paukenhöhle zusammenhängen, wie die *sinus frontales, ethmoidales, sphenoidales, maxillares, mastoidei)* überzieht. An den letztern Punkten ist sie mit einer dünnen Schleimhaut- und Epitheliumschicht bekleidet. Nur an den Stellen fehlt die Knochenhaut, wo sich 2 Knochen unmittelbar an einander anlegen, und wo dieselben mit einer überknorpelten Gelenkfläche versehen sind; bei einer beweglichen Verbindung setzt sie sich an der Gelenkkapsel, die äussere Platte derselben bildend, von einem Knochen auf den andern fort; bei einer unbeweglichen Verbindung geht sie dagegen unmittelbar von einem Knochen auf den andern, oder auch auf den anstossenden Knorpel (wo sie dann Perichondrium heisst) über. So bildet sie einen zusammenhängenden Ueberzug über sämmtliche Knochen. Mit ihrer äussern Oberfläche verweben sich Sehnen, Fascien und Bänder, und nach diesen Verbindungen, welche sie eingeht, ist die Beinhaut an manchen Stellen dick und rauh, an andern dünn und glatt. Ihre innere rauhe Fläche ist durch kurzes Zellgewebe, durchtretende Gefässe und einzelne Sehnenfasern, die sich in die Knochenvertiefungen einsenken, mit der Oberfläche des Knochens fest verbunden. — Sie führt in der Augenhöhle den Namen *periorbita*, auf der äussern Fläche des Schädels heisst sie *pericranium*, auf den Knorpeln *perichondrium*, auf den Bändern *peridesmium*.

Das Periosteum ist mit vielen netzförmig verbreiteten **Blutgefässen** durchzogen, welche sich hier deshalb auf das Mannichfaltigste verästeln, um in möglichst feinen Aesten in die Rinde der Knochen einzudringen, weshalb das *periosteum* mittelbar zur Ernährung der Knochen beiträgt und nicht mit Unrecht *matrix* derselben genannt wird. Besonders bei Embryonen und Kindern ist es sehr gefässreich und hier deshalb lockerer und dicker. **Saugadern** sind ebenfalls an seiner Oberfläche gesehen worden; von den **Nerven** ist dies aber zweifelhaft. *Pappenheim* will Nerven in ihm entdeckt haben; jedenfalls befinden sich Aestchen des Sympathicus in den Wänden seiner Gefässe, weshalb die Beinhaut, im gesunden Zustande unempfindlich, im kranken sehr schmerzhaft werden kann. — Die Ansicht, dass das Periosteum die Fähigkeit besitze, unabhängig vom alten Knochen neue Knochensubstanz zu bilden, welche früher geradezu verworfen wurde, ist jetzt wieder sehr schwankend geworden. Die Versuche, bei welchen man ein Stück eines Knochens aus seiner Periosteumscheide herausnahm und später dieselbe mit Knochenmasse ausgefüllt fand, sprechen dafür (s. später bei Regeneration der Knochenmasse).

b. **Markhaut,** *membrana medullaris (periosteum internum)*, ist ein zartes, lockeres, sehr gefässreiches Zellgewebe (nicht die Fortsetzung des sehnigen Periosteums), welches die Markzellen und Markhöhlen auskleidet und Fortsetzungen in die Markkanälchen schickt. An vielen Stellen nimmt es zwischen seine Maschen **Fettzellen** oder **Marksäckchen**, *sacculi s. cellulae medullares*, d. s. kleine, ziemlich runde, mit einem flüssigen Fette (Knochenmark) gefüllte Bläschen auf, an deren Wänden die Gefässchen ein Capillarnetz bilden. In den grössern Knochenzellen ist die Markhaut deutlicher, in den kleinern höchst zart und in den feinen Markkanälchen gar nicht zu erkennen.

Das **Knochenmark,** *medulla ossium* (worunter *Henle* die Markhaut und das Fett zusammen versteht), ist ein durchsichtiges, weiches, öliges, feineres Fett, was sich aber weder durch seine Gestalt, noch chemische Beschaffenheit vom gewöhnlichen Fette unterscheidet. Es wird von den Gefässen der Markhaut in den erwähnten Säckchen abgesetzt und erscheint unter dem Mikroskope als ein Haufen von $^{1}/_{600}$—$^{1}/_{800}$'' im Durchmesser haltenden Kügelchen. Besonders findet es sich in der schwammigen Substanz und dem *tubus medullaris* der Röhrenknochen angehäuft, und ist um so reichlicher vorhanden, je grösser und zahlreicher die Zellen sind. In den Höhlen der langen Knochen ist es dicker, fester und gelblicher, in den Enden dieser Knochen und in den platten und kurzen Knochen ist es weniger consistent und röthlicher. Man kann der Consistenz nach einen mehr feinen, markigen Saft, *succus medullaris*, und ein gröberes Mark unterscheiden. Ersterer besteht nach *Berzelius* in 100 Theilen aus 75,5 Wasser und 24,5

fester Materie, aus Eiweiss, Faserstoff, Extractivstoffen mit den gewöhnlichen Salzen und wenig Fett, ist von mehr röthlichem Ansehen und gallertartiger Consistenz, und findet sich in der *subst. reticularis*, und in den Markkanälchen (wo es nach *Miescher* selbst frei, nicht in Zellen eingeschlossen sein soll); letzteres ist dicker und gelblicher, und erfüllt die Röhren der langen Knochen. — Beim Embryo fehlt das Knochenmark ganz, erst mit der Verknöcherung fängt es an sich zu erzeugen, dafür findet sich eine blosse Gallerte vor. Bei Kindern ist es noch röthlich, flüssiger und mehr gallert- als fettartig, bei Alten wird es dunkelgelb und reichlicher, weil die Markhöhlen grösser werden. Es soll über die Hälfte des Gewichtes eines Knochens ausmachen und steht mit der Ernährung des übrigen Körpers im Verhältnisse. — **Nutzen des Knochenmarkes.** Zunächst soll es, wie alles übrige Fett (s. S. 136), als Nahrungsstoff dienen, welcher für vorkommende Fälle, wo der Ernährungsprocess gehemmt oder beschränkt ist, aufbewahrt und dann wieder aufgesogen wird; was aber ganz unwahrscheinlich ist, da stickstofflose Substanz allein nicht ernähren kann. Dann bildet es für die Gefässe, welche es umgibt, ein Polster und schützt sie so vor Erschütterungen, die sonst durch die harte Knochenmasse leicht auf sie fortgepflanzt würden, ohne deshalb das Gewicht des Knochens sehr zu vermehren; letzteres ist wohl sein Hauptnutzen. Frühere Ansichten waren, dass es den Knochen ernähre, einöle und minder spröde mache, dass es nur ein Ausfüllungsstoff sei oder Wärme binde.

c. **Blutgefässe der Knochen** *(vasa nutritia).* Die **Arterien** treten aus dem Gefässnetze des Periosteums in die Rinde des Knochens ein, die **kleineren**, für die compacte Substanz, durch die zahlreichen, feineren Oeffnungen, die **stärkeren**, *arteriae nutritiae*, in die einzelnen grössern Löcher *(foramina nutritia)* und dann unverästelt durch die Rindensubstanz hindurch zur Markhaut, in der sie ein Capillargefässnetz bilden. Die feineren in die Gefässrinde eindringenden Blutgefässe begeben sich in die Markkanälchen und zertheilen sich hier in Capillarnetze, welche sich theils an den Wänden der Kanälchen, theils zwischen den in ihnen enthaltenen Fettzellen verbreiten und mit den Gefässen der Markzellen und Markröhren in Verbindung stehen, so dass alle Gefässe eines Knochens unter einander anastomosiren. In den ganz feinen Markkanälchen verlaufen die Gefässchen in der Achse derselben. Von den Kanälchen aus dringen dann die Arterien nicht weiter in die Substanz des Knochens, d. h. in die Knochenlamellen. — Die **Venen** begleiten nur die stärkern Arterien, die feineren Venen haben aber einen von den Arterien ganz gesonderten Verlauf (in den *Breschet*'schen Kanälen), treten auch für sich aus der Rinde des Knochens hervor und münden in die Venen des Periosteums. Sie sind im Verhältniss zu den Arterien ziemlich gross, haben eine sehr zarte, durchsichtige, nur von der innersten Gefässhaut gebildete Wand, die fest an der Knochenwand haftet, und bilden nach *Breschet* in der *substantia cellularis* zellenartige Erweiterungen. — **Lymphgefässe** sah *Cruikshank* aus dem Körper eines Rückenwirbels austreten; *Sömmerring* und *Bonamy* bestätigen diese Beobachtung. Jedenfalls verlaufen sie mit den Blutgefässen, innerhalb der Markkanälchen. — **Nerven** sind von nur wenigen Beobachtern in die Knochen verfolgt worden; sie treten mit den grössern *artt. nutritiae* in die Markhöhle des Knochens; ob auch in die compacte Substanz, ist noch unausgemacht, ebenso ihre Verbreitung im Innern. Das Vorhandensein von Nerven wird ausserdem aus der Empfindlichkeit der Markhaut, dem Schmerzhaftwerden des Knochens in Krankheiten und die von innen ausgehende Knochenentzündung, mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthet.

IV. **Entwickelung, Wachsthum und Ernährung der Knochen.** Da, wo künftig Knochen entstehen sollen, wird zuerst (in der 3. Woche etwa) eine structurlose, ganz weiche, durchsichtige, glas- und gallertartige Substanz (Cytoblastem; s. S. 145) abgesetzt, welche allmälig (gegen die 5. Woche hin) zu Knorpelsubstanz erhärtet und in sich eine so grosse Menge Cytoblasten und Zellen (**Knorpelkörperchen**, Mutterzellen mit Tochterzellen; s. später die Entstehung des Knorpelgewebes) bildet, dass das intercelluläre Cytoblastem bis auf weniges schwindet. Demnach finden sich nun im frühesten Fötusleben an der Stelle der Knochen **solide Knorpel**

(cartilago formativa s. ossescens), welche in der Form fast ganz den künftigen Knochen gleichen, aber keinen lamellös-zelligen Bau wie diese haben, keine Blutgefässe zeigen und sich in chemischer Hinsicht von dem schon verknöcherten Knorpel dadurch unterscheiden, dass sie durch Kochen in Chondrin, nicht in Colla (Glutin) verwandelt werden. Gegen die 7. Woche würde man so ein aus Knorpelmasse bestehendes und auch schon mit Beinhaut überzogenes Skelet im Innern des Embryo finden. Wie der Knorpel dann zum Knochen wird, und in welcher Weise bei der Ossification jene Theile entstehen, welche im Knorpel fehlen (Markkanälchen, Knochenlamellen und Kalkräume), diese Fragen sind verschiedentlich beantwortet worden.

a. **Veränderungen des Knochenknorpels vor Absetzung der Knochenerde.** Um den Knorpel, welcher sich vor dem permanenten durch die grosse Menge der Knorpelkörperchen auszeichnet (die beim Beginn der Ossification grossentheils eine reihenweise Lagerung annehmen und sich vergrössern), zur Verknöcherung vorzubereiten, wird er zuerst, meist in der Mitte, doch der äussern Oberfläche immer etwas näher als der Centrallinie, weicher und lockerer, und es bilden sich in ihm durch Verflüssigung und Aufsaugung (von Knorpelkörperchen) einzelne rundliche Höhlen von durchaus kugeliger Form (d. s. die Mutterzellen oder Knorpelhöhlen), welche sich der Länge nach vergrössern, während sie in der Breite nur wenig zunehmen; sie stossen bald an einander und fliessen sodann durch die unterdess gebildeten Quergänge zusammen. Diese Quergänge bilden sich nach *Valentin* dadurch, dass von zwei benachbarten, in die Länge gezogenen Höhlen ausgehende Seitenauswüchse zusammenstossen; nach *Henle* dagegen dadurch, dass eine zwischen 2 Höhlen liegende Höhlung sich der Quere nach ausdehnt und endlich in beide öffnet. So stellen nun die entstandenen Zwischenräume zweigartig verbreitete, hier und da mit Erweiterungen versehene und blind endigende Kanäle (d. s. die **Markkanälchen**) dar. Nach und nach vermehrt sich die Zahl derselben und der Knorpel bekommt dadurch die knochenähnliche zellige Textur; er ist nun mit einem Netze von Kanälchen durchzogen, die im Verhältniss zum Knorpel um so grösser sind, je jünger der Embryo. Der Inhalt dieser Markkanälchen des Knorpels sind Zellen und Zellenkerne, die sich nach *Miescher* in eine durchsichtige, halbflüssige, gelatinöse und zähe, meist farblose, zuweilen auch bräunliche Masse (Knorpelmark) auflösen. In ihr bilden sich, und zwar zuerst da, wo die Verknöcherung beginnen soll, rothes Blut führende **Gefässchen** in grosser Menge, die meist in der Mitte der Kanälchen verlaufen, Aestchen zu deren Wänden schicken, und an der Oberfläche des Knorpels mit den Gefässen der Beinhaut in Verbindung treten. Die zwischen den Markkanälchen übrig gebliebene Intercellularsubstanz enthält jetzt noch jene Knorpelkörperchen, die zur Bildung der Markkanälchen nicht verwandt wurden. Sie scheint sich erst nach vollständiger Ausbildung der Markkanälchen in einzelne **Lamellen** zu spalten; ob durch schichtweises Nachwachsen der Substanz von den Markkanälchen aus, oder durch die Theilung der compacten Substanz, ist nicht zu entscheiden, nur so viel ist sicher, dass die Ablagerung der Knochenerde erst erfolgt, wenn die Theilung der Intercellularsubstanz in Lamellen schon begonnen hat. — Noch ehe die Ablagerung der Kalkerde in der Zwischensubstanz beginnt, bilden sich hier **leere Knochenkörperchen und Kalkkanälchen**, über deren Bedeutung folgende drei verschiedene Ansichten aufgestellt worden sind: 1) die Knockenkörperchen sind Zellen, in denen der Kern später schwindet, die ganze Grundmasse zwischen ihnen ist Intercellularsubstanz, und die Kalkkanälchen sind Verlängerungen der Zellen, welche in die Intercellularsubstanz hineinwachsen. 2) Die Knochenkörperchen sind die Kerne der ursprünglichen Elementarzellen, die Kanälchen Verlängerun-

gen derselben. 3) Die Knochenkörperchen sind die Höhlen der Zellen, deren verdickte und unter einander und mit der Intercellularsubstanz verschmolzene Wände die Grundsubstanz bilden, und die Knochenkanälchen sind Kanälchen, die von der Zellenhöhle in die verdickten Zellenwände eindringen, analog den Tüpfel- oder Porenkanälen der Pflanzenzellen (s. S. 56). Die letztere Ansicht (von *Henle*), dass die **Knochenkörperchen Reste der Höhlen von Korpelzellen** sind, deren Wände mit der Zwischensubstanz verschmolzen, hat sich neuerlich durch *Kölliker's* Beobachtungen an rhachitischen Knochen, wo die Ablagerung der Knochenerde fast gänzlich fehlt, als die richtige herausgestellt. Die Knochenkörperchen entstehen durch Verdickung der Knochenzellen unter Bildung von ästigen Porenkanälchen, wobei zugleich die Knochenerde chemisch mit den verdickten Zellenwänden sich verbindet und an die Stelle des Zelleninhaltes und des Kernes eine helle Flüssigkeit tritt. Jede Knorpelzelle, welche Tochterzellen enthält, geht in ein einziges Knorpelkörperchen über, da die Verdickung von dem Umfange der Mutterzelle ausgeht. Sonach bildet sich ein Theil der Knorpelzellen zu den Markkanälchen und ihrem Inhalte fort, während der andere Theil sich zu Knochenkörperchen und Kalkkanälchen zurückbildet.

Die Umbildungen, sagt *Henle*, welche der Ablagerung der Kalkerde vorangehen, kann man sich, wenn der Knochenknorpel zuerst aus einer Masse gleichförmiger Zellen (Knorpelzellen) besteht, so vorstellen, dass ein Theil der Zellen sich ausdehnt, neue Zellen im Innern erzeugt und durch Verschmelzung zu einem Systeme von Röhren (Markkanälchen) wird, während die übrigen, in den Zwischenräumen gelegenen, sich verdicken, bis in jeder nur noch eine kleine Höhlung (Knochenkörperchen) mit Porenkanälen (Kalkkanälchen) übrig ist, und mit der Intercellularsubstanz und unter sich verwachsen. — Aus *Mayer's* Beobachtungen ergibt sich als Primitivbestandtheil des Knochens eine aus vielen Knorpelzellen durch Verschmelzung entstandene Zelle, deren aus den Kernen jener Knorpelzellen ebenfalls durch Verschmelzung entstandener Kern das Knochenkörperchen ist. — *Günther* beschreibt die ersten Veränderungen im Knochenknorpel so: die erste Vorbereitung des Knorpels besteht bei Röhrenknochen darin, dass die vorher in unbestimmter Ordnung zerstreut liegenden Knorpelzellen in der Nähe der Verknöcherung sich in parallele, auf der verknöchernden Linie senkrecht stehende Reihen ordnen und sich dabei so zusammendrängen, dass sie ganz platt gedrückt werden und sich gegenseitig unmittelbar berühren. In der unmittelbaren Nähe der Verknöcherung treten diese Zellen aber wieder etwas aus einander und nehmen die frühere rundliche Form an. Sie umgeben sich mit einem hellen Saume und die Säume benachbarter Zellen beginnen, noch ehe die Ablagerung der Knochenerde anfängt, mit einander zusammenzufliessen und so ein helles Netz zu bilden, in dessen Maschen die rundlichen Zellen liegen. Die Säume werden so zu Gängen, in denen sich Knochenerde ablagert und von diesen geht die Verknöcherung der Grundsubstanz aus; die Zellen verwandeln sich aber durch Verdickung in die Knochenkörperchen und Kalkkanälchen. Indem die Verknöcherung so vorschreitet, lässt sie aber doch gewisse Lücken, in denen der Knorpel sich nur trübt, aber nicht verknöchert. In solchen Stellen findet sich ein kleinzelliges Ansehen und es scheint, als ob ein öliger Inhalt vorherrsche. Diese Stellen sind es nun, die durch Resorption sich aushöhlen und in die Markkanälchen verwandeln.

b. **Verknöcherung**, *ossificatio*, **Ablagerung der Kalkerde im Knochenknorpel.** Nachdem sich die Markkanälchen und Gefässe in dem Knochenknorpel gebildet haben, beginnt aus der durch die letzteren ausgehauchten Bildungsflüssigkeit die Absetzung der Knochenerde und zwar zuerst in der eigentlichen Knorpelsubstanz (Intercellularsubstanz), in Form einzelner, äusserst kleiner dunkler Körnchen, die sich zu grössern unregelmässigen Häufchen (Knochenkerne) vereinigen. Diese Substanz nimmt dadurch eine bedeutend festere Beschaffenheit an, wird gelblich und undurchsichtig, und bekommt ein feinkörniges Ansehen. Erst dann, wenn sie mit Kalkerde ganz imprägnirt ist, werden die Knochenkörperchen und Kalkkanälchen damit gefüllt. Ob hierbei eine wirkliche chemische Verbindung der Knorpelsubstanz mit der Kalkerde vor sich gehe, oder blos eine mechanische Zwischen- und Nebeneinanderlagerung beider stattfinde, ist noch unentschieden; ersteres ist vielleicht in der Knorpelsubstanz (denn diese verändert sich chemisch, indem sie früher Chondrin, nun Colla gibt), letzteres in den Knochenkörperchen und Kalkkanälchen der Fall. *Schwann* denkt sich die chemische Verbindung auf zweierlei Art, nämlich: 1) die Kalkerde verbindet sich mit einem Stückchen Knorpelsubstanz, so dass jedes kleinste Theilchen zuerst ein Minimum von Kalkerde erhält und allmälig immer mehr, bis das ganze

Knorpelstückchen seine gehörige Menge Kalkerde enthält; oder: 2) die Kalkerde verbindet sich zuerst nur mit einzelnen der kleinsten Theilchen des Korpels, mit diesen aber vollständig in dem Verhältnisse, als es ihre Sättigungscapacität erfordert; allmälig erhalten dann auch die übrigen Theilchen nach einander ihren gehörigen Antheil von Kalkerde, so dass jedes kleinste Theilchen nicht eher Kalkerde chemisch bindet, als bis es sich vollständig damit sättigen kann. Die letztere Ansicht hält *Schwann* für die wahrscheinlichere. – Die ersten Knochenkerne haben überall, auch in den langen Knochen, das Gewebe der spongiösen Substanz; ihre Oberfläche ist anfangs unregelmässig, überzieht sich aber bald mit einer glatten Knochenlamelle, wodurch sich der Kern scharf von der Knorpelsubstanz abgränzt. Die Knochenkerne vergrössern sich, indem an der Oberfläche Lage um Lage sich in Knochen umwandelt, während zugleich im Innern durch fortschreitendes Zusammenfliessen der Höhlungen und Aufsaugung der Scheidewände die früher compacte Substanz schwammig wird, die Zellen der schwammigen Substanz sich erweitern und endlich in langen Knochen zu einer einzigen Röhre (Markröhre) zusammenfliessen.

Die Verknöcherung beginnt weder gleichzeitig in einem ganzen Knochen, und noch weniger gleichzeitig im ganzen Skelete, sondern sie geht in jedem Knochen von einem oder mehreren Punkten (d. s. die Verknöcherungspunkte, *puncta ossificationis*) aus. Während der Knorpel so an einer Stelle verknöchert, bleibt er an dem übrigen Theile unverändert, später schreitet jedoch die Verknöcherung zu den benachbarten Stellen fort, welche vorher aber dieselbe Vorbereitung und Veränderung, wie die erste Stelle, erleiden müssen. Hierbei verlängern sich theils die Kanäle von der Gränze des verknöcherten Stückes in den noch nicht verknöcherten Knorpel, theils dringen einzelne, in denen Blutgefässe enthalten sind, von der äussern Oberfläche ein. — Die Ossification geht bei langen Knochen von der Mitte aus und schreitet nach den Extremitäten und der Peripherie fort, der Centralkanal der Röhrenknochen ist in dem Knorpel nicht vorgebildet, denn dieser letztere ist vollkommen solid. Bei der Ossification entstehen die ersten Knochenpunkte gerade an den Stellen, welche später von dem Centralkanal eingenommen werden; und dieser bildet sich erst durch Resorption der schwammigen Knochenmasse. Der Röhrenknochen vergrössert sich in seinem Querdurchmesser dadurch, dass sich an seine äussere Fläche immer neue Knorpelschichten anlegen, die verknöchern, während die innersten fertigen Knochenschichten durch Resorption schwinden. Die Verlängerung erfolgt gleichfalls durch Ablagerung neuer Schichten an den Endtheilen des Knochens, wobei die Centralhöhle sich auf gleiche Weise wie im Mittelstücke durch Resorption von Knochenmasse bildet. Ist der Knochen vollständig ausgewachsen, so findet keine Ablagerung neuer Schichten an seiner Oberfläche mehr statt, dagegen dauert die Resorption der innersten Knochenschichten, freilich in sehr beschränktem Grade, während des ganzen Lebens fort. Platte paarige Knochen haben meist einen Verknöcherungspunkt im Centrum, von wo aus die Ossification nach allen Seiten hin, strahlenartig, weiter geht; unpaare und kurze Knochen besitzen aber mehrere symmetrische Ossificationspunkte. Sehr wenig Knochen bilden sich nur von einem Knochenkerne aus, in den meisten entstehen nach und nach mehrere Ossificationspunkte, welche allmälig in einander fliessen. Die Stellen, wo die Knochenkerne zusammenstossen, verknöchern am spätesten, so dass bei vielen Knochen erst zur Zeit des vollendeten Wachsthums alle Spuren der ehemaligen Trennung verschwinden. — Die Verknöcherung nimmt nicht an allen Knorpeln des Skelets zugleich ihren Anfang, sehr oft auch nicht in derselben Zeitfolge, wie die Entstehung des Knorpels geschah; ebenso verschieden wie das Beginnen ist dann auch die Vollendung der Verknöcherung. Es scheint die Bestimmung des Knochens Antheil an seiner frühern oder spätern Entstehung und Ausbildung zu haben; die röhrenförmigen entstehen und vervollkommnen sich früher, als die platten, und diese schneller als die kurzen. Dasselbe gilt von

den einzelnen Stücken eines Knochens; die dicken Theile verknöchern später, als die platten, dünnen, langen. *Sömmerring* und *Meckel* setzen den Anfang der Knochenbildung in den 2. Monat; in der 14. Woche finden sich in den meisten Knorpeln Knochenkerne; der erste Verknöcherungspunkt überhaupt tritt in der Clavicula auf. Manche Knochen fangen erst nach der Geburt an zu verknöchern und die meisten Knochen vollenden ihre Verknöcherung erst nach der Geburt. Bisweilen bleiben die von einzelnen Punkten ausgehenden Verknöcherungen im erwachsenen Körper gesondert, es entstehen Nähte in Theilen, welche im knorpeligen Zustande nur eine zusammenhängende Masse ausmachten (z. B. am Schädel, Brustbeine); in andern Fällen werden durch die Ossification Knorpel zu einem zusammenhängenden Ganzen verbunden, welche früher getrennt waren (Epiphysen und Diaphysen der Röhrenknochen); endlich gibt es Knochen, welche im knorpeligen Zustande ein einziges Stück ausmachten, dann anfangs durch die Verknöcherung in mehrere Stücke zerfallen, die später wieder zu einem Ganzen verschmelzen (die Beckenknochen). — Die Knochen wachsen an den schon verknöcherten Stellen nicht so stark, als an den noch knorpeligen; sie vervollkommnen sich in derselben Ordnung, wie ganze Knochen und einzelne Knochenstücke entstehen.

Wachsthum der Knochen. Die Knochen wachsen auf ganz ähnliche Art fort, wie sie entstanden, d. h. nachdem die ursprüngliche knorpelige Anlage vollständig in Knochensubstanz umgewandelt ist, setzen die Blutgefässe zwischen der Oberfläche des Knochens und der Innenfläche des Periosteums Cytoblastem ab, in welchem sich Knorpelzellen bilden und später auf die angegebene Weise die Knochensubstanz erzeugen. So bilden sich nach und nach an der äussern Oberfläche des Knochens immer mehr neue Lagen von Knorpel, die allmälig verknöchern, während im Innern Aufsaugung der ältesten Knochenschichten stattfindet, so dass sich hier Markzellen und Markhöhlen bilden und vergrössern. — Die **Ernährung** eines ausgewachsenen Knochens ist (wie schon vorher bei dem Ernährungsapparate s. S. 267 gesagt wurde) ein fortwährender Bildungsprocess, denn es findet in ihm ebenso unaufhörlich, freilich nur langsamer, Stoffwechsel statt, wie in jedem andern Theile. Während nämlich Theilchen von ihm wieder aufgesogen werden, setzt sich neue Masse ab, was die Veränderungen der Knochen in den verschiedenen Lebensaltern und ihre Krankheiten beweisen. — Die **Regeneration** des Knochengewebes bei Substanzverlusten, sowie die Heilung zerbrochener Knochen geschieht durch denselben Process, wie die Bildung und das Wachsthum des Knochens, nur dass es hier durch den verletzenden Reiz zu einer höhern Thätigkeit gesteigert ist. Es wird nämlich durch die Gefässe der Beinhaut, des Knochens selbst, der Markhaut und der umgebenden Weichtheile zunächst Cytoblastem ausgeschwitzt, welches erst zu Knorpel, dann unter Entwickelung von Höhlen und Gefässen, und durch Ablagerung von Kalkerde zu Knochen wird. Nur wenige Gewebe erzeugen sich mit solcher Leichtigkeit wieder, als die Knochen. Ebenso gehört auch abnorme Knochenbildung zu den gewöhnlichsten pathologischen Erscheinungen. Am häufigsten findet sich diese auf der Oberfläche der Knochen selbst, in den permanenten Knorpeln, in fibrösen und serösen Häuten, und in Geschwülsten verschiedener Art; doch scheint sie hier nicht überall mit der eigenthüm-

lichen Bildung von Kanälchen und Gefässen verbunden zu sein, sondern nur in Ablagerung von Knochenerde zu bestehen.

Heilung eines Knochenbruches. Nachdem beim Knochenbruche *(fractura)* das Blut, welches, in Folge der Verletzung, aus den zerrissenen Gefässen des Knochens, des Periosteums und vielleicht der umgebenden Weichtheile austrat, zum Theil resorbirt worden ist, etwickelt sich Entzündung in den verletzten Geweben, diese schwellen an, werden blutreich und von röthlichem, klebrigem Exsudate durchdrungen; sie verschmelzen mit einander und stellen eine die Bruchenden umfassende Geschwulst dar. Diese reactive Entzündung tritt zuerst in den Weichtheilen, etwas später in der Mark- und Knochenhaut und zuletzt erst in der Substanz der Knochenenden selbst auf; ihr Product ist ein gerinnendes (faserstoffiges) Exsudat, welches sich zu einer schwieligen, knorpeligen Masse (Callus) organisirt und dann verknöchert. Es stecken sonach anfangs die Bruchenden des Knochens in einer von schwielig gewordenem Entzündungsproducte (Exsudate) gebildeten Geschwulst, deren ausserhalb des Periosteums gelegene und von den entzündeten Weichtheilen ausgeschwitzte Portion einen schon etwas festeren, callösen, mehr oder weniger verknöchernden Ring oder eine Kapsel um die Knochenenden bildet (d. i. der provisorische Callus), während die innerhalb des Periosteums, vom Knochen selbst (von der Knochen- und Markhaut und dem Knochengewebe) ausgehende Exsudatportion (die Grundlage des definitiven Callus, die *substantia intermedia*) in der Organisation noch weiter zurück und weicher ist. Je mehr sich das Product der Knochenentzündung (das Intraperiost-Exsudat) zum definitiven Callus ausbildet und endlich durch seine Verknöcherung die Verschmelzung der Knochenenden bewirkt, desto mehr bildet sich die äussere, provisorische Callus- oder Knochenkapsel zurück und schwindet endlich ganz. Dagegen kommt es nun zur Bildung einer Markhöhle in dem bleibenden Knochengewebe, dessen Textur meistens fester, dichter und weniger brüchig als die normale Knochensubstanz ist, sonst aber dieselben mikroskopischen und chemischen Bestandtheile zeigt. Hiernach sind die Erfordernisse zur gehörigen Heilung eines Knochenbruches: reactive Entzündung und zwar vorzugsweise der Knochenhaut und des Knochens, die aber mit Ausschwitzung einer gerinnenden, sich zu Callus organisirenden Materie, einhergehen muss, sowie Verknöcherung dieses Callus. Es würde gar nicht zur festen Verwachsung der Bruchenden kommen können, wenn die Entzündung ein flüssiges Exsudat (eitriges, seröses, jauchiges) setzte; oder wenn das Faserstoffexsudat sich anstatt zu callösem zu zelligem, sehnigem Gewebe organisirte; oder wenn der Callus nicht verknöcherte. In den letztern Fällen kommt zwar eine Verbindung der Knochenenden zu Stande, allein diese bleibt beweglich (d. i. falsches Gelenk, Pseudarthrose). Von wesentlicher Bedeutung für die Heilung und Regeneration der Knochen ist die Beinhaut, weil die faserstoffigen Entzündungsproducte (Exsudate) derselben grosse Neigung zur Verknöcherung haben, während dies bei den Exsudaten der Weichtheile nicht der Fall ist. — Nach *Miescher* erscheint zuerst die Entzündung der weichen Theile; diese werden dadurch indurirt und stellen eine feste Kapsel dar. Auf der innern Fläche dieser Kapsel, so wie von der ebenfalls entzündeten Markhaut des zerbrochenen Knochens wird eine weiche, röthliche Masse abgesetzt, welche als intermediäre Substanz die Bruchenden unter sich und mit den weichen Theilen vereinigt, und als fibrös-cellulöses Gebilde alle Zwischenräume ausfüllt. Diese Masse bleibt, während die übrigen weichen Theile in den normalen Zustand zurückkehren. Nun beginnt die Entzündung im Knochen selbst und zwar zuerst da, wo der Blutzufluss nicht gestört ist, in der Nähe des Periosteums und der Markhaut. In Folge derselben wird ein neues Exsudat abgesetzt, welches das eigentliche Cytoblastem ist, zu Knorpel und Knochen wird; dies ist der frühere, provisorische Callus. In diesen dringt nach seiner ganzen Ausdehnung Blut ein, und ein neues Exsudat, der spätere,

definitive Callus, füllt die zwischen den Enden des früheren übrig gebliebenen Lücken vollends aus, und indem die provisorische intermediäre Substanz verdrängt wird, verschmelzen die beiden Knochenenden. — Man hat nicht nur der Knochenhaut die Fähigkeit zugeschrieben, verlorengegangene Knochenstücke und ganze Knochen ganz allein (ohne Beihülfe des Knochens) wieder erzeugen zu können, sondern selbst den umgebenden Weichtheilen. Doch findet hier die Regeneration immer nur in sehr beschränktem Maasse statt (durch Verknöcherung von callösem Exsudate); der Knochen selbst bleibt stets die Haupttriebfeder der Knochenneubildung.

Altersveränderungen der Knochen. Während die Knochen vom 25. bis 50. Lebensjahre keine auffallende Veränderung ihrer Beschaffenheit zeigen, verlieren sie nach dieser Zeit, da in ihnen nur wenig und endlich keine Knochenerde mehr abgesetzt wird, der knorpelige Bestandtheil sich aber mindert, allmälig ihre Festigkeit und elfenbeinartige Dichtigkeit, werden poröser, erdiger, spröder, mürber, brüchiger und dunkler. Ihr Mark nimmt ab und das zurückbleibende nimmt eine gelbbraune Farbe und flüssigere Consistenz an. Die Markzellen und Markhöhlen werden durch Aufsaugung der spongiösen Substanz grösser, die Knochen daher dünner und leichter; die Diploë schwindet ganz und die Knochenplatten fliessen zusammen. Die *foramina nutritia* werden immer enger und schliessen sich endlich; das Periosteum wird gefässarmer, trockner und fester an den Knochen anhängend. Die Knochenfortsätze werden kleiner, die Knochen kantiger, ihre Verbindung mit den Weichtheilen ist loser. — Bei Neugebornen sind die Knochen biegsam und saftreich, mit rauher gefässreicher Oberfläche von faserigem Baue, ohne deutliche Abgränzung der Rinden- und Marksubstanz, von Blutwasser durchdrungen, ohne eigentliches Mark.

Veränderungen der Knochen durch Krankheit. Es herrscht zwischen den Krankheiten der Knochen und denen der Weichtheile eine sehr grosse Aehnlichkeit, nur ist wegen der Armuth der Knochen an Gefässen und Nerven die erste Entwickelung dieser Krankheiten oft unmerklich und der Verlauf derselben ein sehr langsamer, ebenso erfordert auch die Heilung, welche häufig nur schwer zu Stande kommt, bei weitem mehr Zeit als bei Krankheiten der Weichtheile. Am leichtesten und häufigsten erkrankt, wegen ihres grössern Gefässreichthums, die Marksubstanz, und demnach sind vorzugsweise die Gelenkenden langer Knochen, sowie die kleinen dicken Knochen (Hand- und Fusswurzelknochen, Wirbelkörper) Krankheiten ausgesetzt. Sehr oft geht auch die Erkrankung vom Periosteum aus, welches als Träger der Blutgefässe für den Knochen gleichsam die Matrix desselben darstellt. Was die Einwirkung der Knochenkrankheiten auf den Gesammtorganismus betrifft, sobald nämlich diese Krankheiten rein örtliche (primäre) Affectionen sind, so ist diese anfangs eine nur geringe und richtet sich im weitern Verlaufe nach der Wichtigkeit und Lage des erkrankten Knochens, so dass bald früher, bald später ein Allgemeinleiden sich entwickeln kann. Ist das Knochenübel aber erst durch ein Allgemeinleiden hervorgerufen (ein secundäres), dann ist das erstere stets von Bedeutung und sehr schwer heilbar. Hinsichtlich ihres Ur-

sprungs lassen sich die Knochenkrankheiten ausser in primäre und secundäre auch noch in mechanische und organische eintheilen. Die ersteren bestehen in Trennungen des Zusammenhanges und Lageveränderungen der Knochen, die letztern sind hauptsächlich Texturveränderungen, und zwar der mannichfaltigsten Art, deren Wesen grossentheils noch in tiefes Dunkel gehüllt ist. Manche derselben kommen nur den frühesten Lebensjahren, andere vorzugsweise dem Alter zu.

Mechanische Knochenkrankheiten. Zu ihnen gehören die Trennungen des Zusammenhanges sowie die Lage- und Formveränderungen im Knochensystem in Folge mechanischer Einwirkungen, ohne Alteration in der Structur und Zusammensetzung des Knochengewebes: *a)* Blosslegung des Knochens durch Verletzung der Weichtheile und der Beinhaut, welche bei ausgebreiteter Lostrennung des die ernährenden Gefässe des Knochens führenden Periosteums den Tod (Necrose) des ganzen entblössten Knochenstückes oder doch die Abstossung (Exfoliation) der oberflächlichen Lamelle desselben nach sich ziehen kann. Gewöhnlich tritt aber nach dieser Exfoliation auf dem Wege der Eiterung Heilung und Verwachsung des Knochens mit den Weichtheilen ein. Bisweilen kommt die Heilung schneller und dadurch zu Stande, dass der Knochen in Folge seiner Entzündung gerinnendes und zu Callus sich organisirendes Exsudat bildet, welches mit einem ähnlichen Exsudate der Weichtheile verschmilzt. — *b)* Knochenwunden, mit und ohne Substanzverlust (Trepan- und Amputationswunden), heilen wie die Knochenbrüche durch Callusbildung, welche, mit und ohne Eiterbildung, aus dem Entzündungsproducte hervorgehen und den Substanzverlust im Knochen mehr oder weniger vollständig ausgleichen kann. — *c)* Knickungen der Knochen, sowie *d)* Knochenrisse kommen auf ähnliche Weise wie *e)* Knochenbrüche, Zersplitterungen, zur Heilung, durch Callusbildung ohne oder mit Eiterung. Bei allen den genannten mechanischen Knochenkrankheiten kann der Ausgang insofern ein schlimmer werden, als es, abgesehen von der Theilnahme der benachbarten Weichtheile, im Knochen selbst meist in Folge der reactiven Entzündung zur Zerstörung seiner Textur (durch Vereiterung, Verjauchung, Brand, Erweichung u. s. f.) kommen kann. — *f)* Missgestaltung von Partieen des Skelets (z. B. Verkrümmungen der Wirbelsäule u. s. w.) durch Lageveränderungen der Knochen in Folge schlechter Moden und Gewohnheiten, nach schlecht eingerichteten Knochenbrüchen, durch nachtheiligen Druck oder Zug.

Organische (dynamische) Knochenkrankheiten. Diese Krankheiten beruhen grossentheils auf Abweichungen in der Ernährung der verschiedenen Knochenbestandtheile, sind mehr oder weniger entzündlicher Natur und nicht selten mit Allgemeinleiden, sehr häufig mit Theilnahme des Periosteums an der krankhaften Affection, verbunden. Es werden hierbei die physikalischen Eigenschaften des Knochens verschiedentlich abgeändert und dadurch der Nutzen des Knochens mehr oder weniger zu nichte gemacht. Die wichtigsten organischen Knochenkrankheiten sind: *a)* die Knochenentzündung *(ostitis)*, welche ihren Sitz ebensowohl in der Rinden- wie Marksubstanz aufschlagen kann (aber häufiger in der spongiösen Substanz oberflächlicher Knochen, besonders in der Jugend, vorkommt), sehr gern das Periosteum mit betheiligt und, wenn sie sich nicht zertheilt, nach der Beschaffenheit (faserstoffigen, eitrigen, serösen) und Metamorphose des Exsudates (in verknöchernden Callus, Eiter, Jauche) folgende Zustände nach sich zieht: Hyperostose, in Vermehrung der Knochenmasse bestehend, welche sich durch mehr oder weniger umschriebene knochige Auswüchse (Osteophyt u. Exostose), oder durch Verdichtung der Knochensubstanz (Knochenverhärtung, Sclerose), mit oder ohne Volumszunahme (Hypertrophie) des Knochens zu erkennen gibt; Zerstörung der Knochensubstanz durch Eiter (Knochenabscess, Phthise, *osteopyosis*, *osteoapostema*) oder durch Jauche (Geschwür, *caries*, Knochen-

frass); völlige Ertödtung der entzündeten Knochenpartie (Brand, *necrosis*) oder durch Schwund (Atrophie) derselben in Folge verminderter Ernährung; Auflockerung (*osteoporosis*) durch Auftreibung und Schmelzung des Knochengewebes, oder Erweichung (Osteomalacie). — *b)* Die Zerstörungsprocesse im Knochengewebe sind entweder rein entzündlichen Ursprungs (Vereiterung, Verschwärung, Brand), oder dyskratischer Natur (tuberculöser, krebsiger, syphilitischer), oder mechanisch-chemischer Art, wie bei der atrophirenden Resorption durch Druck (Usur, *detritus ossis*) oder bei Erosion durch ätzende Flüssigkeiten. — *c)* Consistenzabweichungen können, abgesehen von der die verschiedenen Zerstörungsprocesse begleitenden Consistenzverminderung, bestehen: in schwammiger Auflockerung (Osteoporose, Rarefaction), welche entweder durch Entzündung, oder durch übermässige Entwickelung des Knochenmarkes, oder durch Altersschwund (auch vorzeitigen) des Knochengewebes zu Stande kommen kann; in Erweichung (Osteomalacie), welche die Folge des absoluten oder relativen Ueberwiegens des knorpeligen Bestandtheils über den erdigen ist (und dann im erstern Falle, d. h. bei Hypertrophie des Knochenknorpels, die Rhachitis der Kinder, im zweiten Falle, d. h. bei Schwund der Knochenerde, die Rhachitis der Erwachsenen, die Osteomalacie im engern Sinne, darstellt), oder in Fettentartung (Hypertrophie des Knochenmarkes) ihren Grund hat; in Verhärtung (Osteosclerose), durch Ablagerung von Knochenerde auch in die Markzellen und Kanälchen des Knochens, oder durch Bildung ganz neuen Knochengewebes aus Callus (nach Entzündung). — *d)* Volumsveränderungen der Knochen können mit mehr oder weniger starker Abweichung der Textur derselben durch Hypertrophie (mit Sclerosen-, Osteophyt- und Exostosen-Bildung), bei der schwammigen Auflockerung und Rhachitis, durch Afterbildungen innerhalb des Knochengewebes, bei der Atrophie und den obenerwähnten Zerstörungsprocessen zu Stande kommen. — *e)* Afterbildungen im Knochengewebe sind: Tuberkel, Krebs (Osteocarcinom), Teleangiectasie, Cysten, Fibroide (Sarcom, Cystosarcom, Osteosarcom, Osteosteatom), Enchondrom und Cholesteatom.

[Weiteres s. später beim Skelet und in der Syndesmologie bei den Gelenken.]

Die chemische Beschaffenheit der Knochen in den verschiedenen Krankheiten ist nur wenig bekannt, obwohl man weiss, dass sie in einzelnen Fällen, besonders bei der Rhachitis und Osteomalacie, sehr wesentlichen Veränderungen unterworfen ist. Bei der Rhachitis, wo die Knochenerde im Verhältnisse zum Knochenknorpel in zu geringer Menge vorhanden ist, und der Knochen, deshalb weich und biegsam, sich leicht durch Druck und Zug missgestaltet, hat nach *Marchand* auch der Knorpel eine wesentliche Veränderung erlitten, insofern man denselben durch Kochen nicht mehr in Leim verwandeln kann, eben so wenig aber auch in Chondrin. Dabei findet sich im Harn weit mehr phosphorsaure Kalkerde und Milchsäure als im normalen Zustande und damit steht ohne Zweifel die auffallende Abnahme der Erde des Knochens im Zusammenhange. Wahrscheinlich hängt dieser Zustand von Vermehrung der Milchsäure im Körper ab, welche den phosphorsauren Kalk aufgelöst erhalten und so zur Ausscheidung durch die Nieren geschickter machen kann. Möglicher Weise könnte nun eine fehlerhafte Verdauung und Ernährung die Ursache der vermehrten Milchsäurebildung sein. — Was das Verhalten der mikroskopischen Theile in erkrankten Knochen betrifft, so hat man bei der Rhachitis gefunden, dass ein Theil der Knochenkörperchen noch ihre normale Form behalten hatten, andere heller als im gewöhnlichen Zustande waren, und noch andere sich von unregelmässiger Form und sichtlich leer zeigten. Die ganze Masse der Knochenkörperchen scheint auch vermindert und ein Theil derselben verschwunden. Die Markkanälchen sind zum Theil normal, einige derselben aber bedeutend erweitert, so dass wohl an manchen Stellen mehrere Kanälchen sich zu einem grossen Kanale von unregelmässiger Form verbunden haben. Die normalen Kanälchen erscheinen gefüllt wie die gesunder Knochen, die erweiterten sind aber theils hohl, theils halbgefüllt (*Bibra*).

Neubildung von Knochengewebe; Verknöcherung. Die pathologische Neubildung von Knochengewebe kommt im Körper gar nicht selten vor, und dieses neue Gewebe ist dem physiologischen mehr oder weniger ähnlich, entweder wahres Knochengewebe, mit den mikroskopischen Kanälchen und Körperchen, oder osteoides Gewebe, ohne diese mikroskopischen Bestandtheile; übrigens ist neugebildete Knochensubstanz gewöhnlich von undeutlicherem oder ganz ohne lamellösen Bau. Sie kommt vor: bei

der Regeneration zerstörter oder gebrochener Knochen, bei der Hypertrophie derselben (Hyperostose, Exostose, Osteophyte, Sclerose), bei Verknöcherung von normalen Knorpeln (besonders des Kehlkopfs und der Rippen) oder zu Knorpel und fibroidem Callus organisirten Exsudaten (Enchondrom, Fibroide, Narbengewebe, Exercir- und Sehnenknochen, Krebse). Die Entstehung des neugebildeten wahren Knochengewebes ist ganz die des physiologischen, nämlich aus wahrem Knorpel (unter Bildung von Knorpelzellen und Intercellularsubstanz) mit nachfolgender Verknöcherung. Dagegen bildet sich das knochenähnliche, sogenannte osteoide Gewebe aus solchen Exsudaten hervor, die sich zu zelligem, fibroidem oder callösem Gewebe organisirten. — Nicht selten nennt man fälschlicher Weise auch solche Exsudate verknöchert, welche sich nach Resorption ihrer organischen Bestandtheile in einem Zustande der Verkalkung oder Verkreidung (s. S. 160) befinden und in denen keine Spur von wirklicher Knochenstructur zu finden ist.

Knochenskelet.

Das Gerippe des menschlichen Körpers (s. Bd. I. S. 30), welches in Kopf, Rumpf und Gliedmaassen getheilt und aus 213 Knochen (ohne die 32 Zähne), die auf verschiedene Weise theils beweglich, theils unbeweglich mit einander verbunden sind (s. Bd. I. S. 27), zusammengesetzt wird, ist ganz symmetrisch gebildet (s. S. 107) und bestimmt die Höhe (s. S. 102), sowie grossentheils auch den Umfang (s. S. 104) des Körpers. Ebenso hat es auch viel Einfluss auf die Proportionen (s. S. 106) und das Gewicht (s. S. 105) desselben. Seine Gestaltung zeigt, wie die des ganzen Körpers, nach Alter (s. S. 109, 182), Geschlecht (s. S. 110, 200), Raçe (s. S. 112), Constitution und Temperament (s. S. 114), Beschäftigung und Gewohnheit, sowie bei manchen Krankheiten, sehr auffällige Abweichungen. Die äussern Formen der einzelnen Skelettheile (s. S. 24) hängen übrigens auf das Genaueste mit den verschiedenartigen Hebelwirkungen und überhaupt Zwecken derselben zusammen. Ausserdem ist aber ausser dem Utilitätsprincipe auch noch den ästhetischen Forderungen genügt.

Bildung des Skelets. Es scheint, als ob diejenigen Knochen zuerst ihre knorpelige Grundlage bekämen, welche Höhlen für wichtigere und schon anfangs grössere Organe bilden, wie für das Herz, Rückenmark und Gehirn. Doch fangen sie nicht in derselben Ordnung an zu verknöchern, wie sie als Knorpel entstanden; am frühesten zeigt sich die Verknöcherung in den Knorpeln, welche später nicht dicke Knochen bilden und mehreren Muskeln zum Ansatze dienen, damit sie durch deren Contractionen nicht verunstaltet werden. — Den ersten Knochenkern findet man im Schlüsselbeine, schon um die Mitte des 2. Monats, von hier schreitet noch vor Ende dieses oder zu Anfange des 3. Monats die Verknöcherung fort auf die Rippen, den Unter- und Oberkiefer, dann auf die dünnen Mittelstücke der Röhrenknochen und auf das Schulterblatt. Etwas später, im 3. oder zu Anfange des 4. Monats, bilden sich Ossificationspunkte im Stirn-, Hinterhaupts-, Scheitel-, Keil-, Gaumen- und Wangenbeine; ferner verknöchern die platten Stücken der Beckenknochen, die Bogen der Wirbel, dann die Körper derselben und die Mittelhand- und Mittelfussknochen. Noch später folgt der Anfang der Verknöcherung im Kreuzbeine und in den Phalangen der Finger und Zehen; zu Ende des 4. Monats in den Gehörknöchelchen, gegen Ende des 5. oder im 6. im Brustbeine, in den Seitentheilen des Siebbeins, im Thränen-, Sitz- und Schaambeine und in der untern Nasenmuschel. Jetzt

zeigen sich auch die ersten Spuren der Ossification in den grössern Fusswurzelknochen. Nach der Geburt erst gehen in Knochen über: das Mittelstück des Siebbeins, das Zungen- und Steissbein, die Handwurzelknochen, die Kniescheibe, die kleineren Fusswurzelknochen und die Sesambeinchen.

Das Verhältniss der Grösse der verschiedenen Abtheilungen des Skelets ändert sich während der verschiedenen Lebensalter bedeutend. So ist der **Kopf** im Verhältnisse zum Rumpfe, und die Hirnschale im Verhältnisse zum Gesichte desto grösser, je jünger der Mensch ist. Nach *Sömmerring* bildet er im 2. Monate des Embryolebens fast $\frac{1}{2}$, im reifen Kinde $\frac{1}{4}$, im 3. Lebensjahre $\frac{1}{5}$ und bei Erwachsenen $\frac{1}{8}$ des übrigen Körpers. Je jünger der Mensch ist, um so kleiner sind die Gesichtsknochen zur Hirnschale, um so grösser hingegen die Gehörorgane zur Hirnschale und die Fontanellen; desto niedriger und flacher ist der untere Theil des Gesichts. — Der **Rumpf** ist im Verhältniss zu den kleinen Armen und den noch kleinern Beinen bei Kindern desto länger, je jünger sie sind. Dies rührt daher, weil die in seinem Innern liegenden Organe schon eine beträchtliche Grösse erlangten. Vorzüglich zeichnet sich aber der Brustkasten deshalb noch vor dem Becken aus. — Die **Arme** und besonders die **Beine** sind desto kürzer, je jünger der Mensch ist; **Hand** und **Fuss** sind im Verhältnisse zum Vorder- und Oberarme und Unter- und Oberschenkel desto grösser, je jünger der Embryo ist.

Alters-Verschiedenheiten des Gerippes (s. S. 109 u. 182). A. Das Skelet des **Neugebornen** ist nur erst zum Theil verknöchert und auch der wirklich schon verknöcherte Theil desselben noch dünn und biegsam. 1) **Kopf.** Am vollkommensten verknöchert sind hier die Gehörknöchelchen, das Labyrinth und der Theil des Felsenbeines, welcher die Paukenhöhle bildet, nächst diesen der Unterkiefer. Der Kopf ist noch ohne Nähte; die einzelnen Schädelknochen sind durch das Pericranium, Knorpelstreifen und die *dura mater* zusammengehalten; die Winkel derselben sind nicht ausgebildet, sondern noch abgerundet und lassen die Fontanelle zwischen sich. — Das *os frontis* ist noch in 2 Hälften getheilt und noch ist keine Spur der Stirnhöhlen vorhanden; das *os occipitis* besteht noch aus 4 Stücken *(pars occipitalis, basilaris* und *partes condyloideae)*, das *os sphenoideum* aus 3 Stücken (aus dem mit den beiden kleinen Flügeln verwachsenen Körper und den beiden Seitenflügeln) und hat keine *sinus* im Körper; die *ossa parietalia* sind noch nicht viereckig, haben ein faseriges Ansehen und in der Mitte eine bedeutendere Erhabenheit; das *os temporum* besteht aus 4 Stücken (Felsentheil, Zitzentheil, Schuppentheil und dem *annulus tympani*); das *os ethmoideum* ist noch in 3 Theile getheilt, von denen der mittlere ganz knorpelig ist und die Seitentheile nur wenig Spuren von Verknöcherung zeigen. Die Oberkiefer zeigen noch eine Spur des dagewesenen Zwischenkiefers, sind niedrig, enthalten die Zellen für 2 Schneidezähne, für den Eckzahn und 2 Backzähne, und eine deutliche, jedoch noch sehr unbedeutende Highmorshöhle; die *ossa palatina* sind sehr niedrig, wenig ausgebildet, bestehen aber schon aus einem Stücke; die *ossa zygomatica* haben eine noch sehr unbestimmte Form, ebenso die *ossa nasi;* die *ossa lacrymalia* sind weiter ausgebildet, als die übrigen Gesichtsknochen; der *vomer* ist niedrig und aus 2 parallelen Blättern bestehend; die *conchae inferiores* sind sehr klein und unvollkommen; die *maxilla inferior* ist niedrig und in 2 Hälften getheilt, und enthält die 12 mittlern *alveoli.* In den obern und untern Zahnzellen finden sich schon die gallertartigen Keime der 20 Milchzähne und der 4 diesen zunächst stehenden Backzähne. — 2) **Rumpf.** Der *Atlas* besteht aus 2 Knochenstücken, deren Kerne beide im hintern Bogen liegen; der *Epistropheus* zeigt 4 Knochenstücke (Körper, Seitentheile und Zahn); der 7. Halswirbel 5 Knochenstücke; die übrigen Wirbel haben 3 Knochenstücke (Körper und Seitentheile); das *os sacrum* hat 21 Knochenkerne, von denen jedem der 3 obern falschen Wirbel 5, jedem der 2 untern 3 zukommen; das *os coccygis* ist noch ganz knorpelig. Das *sternum,* noch sehr knorpelig, besteht aus dem *manubrium* mit 1 Knochen-

kern, dem *corpus* mit 3 oder 4 Knochenkernen, und dem knorpeligen *processus xiphoides*. Die *costae* sind vollkommen verknöchert, doch das *capitulum* und *tuberculum* noch nicht ausgebildet; die *ossa pelvis* zeigen ihre 3 durch Knorpel verbundenen Knochenstücke, das *foramen ovale* ist weniger eckig. — 3) **Extremitäten.** Die *clavicula* ist im Verhältniss zum Arme gross und in der Verknöcherung weit vorgeschritten, nur die Enden sind noch knorpelig; die *scapula* hat noch keine knöchernen Fortsätze; die Knochen des Ober- und Unterarms, so wie die des Ober- und Unterschenkels sind nur im Mittelstücke knöchern; eben so die *ossa metacarpi*, *metatarsi* und *digitorum manus et pedis*. Von den Fusswurzelknochen haben nur der *astragalus* und *calcaneus* Knochenkerne, die übrigen *ossa carpi* und *tarsi* sind, so wie die *patella*, ganz knorpelig.

B. Im Skelete eines Menschen in den Pubertätsjahren sind vollendet: der Kopf (nur der 5. Backzahn fehlt gewöhnlich noch), der Atlas, das Zungenbein, die Hand- und Fusswurzelknochen, die Phalangen der Finger und Zehen, die Kniescheibe, Sesambeinchen und das Steissbein. — Nicht vollendet: die 6 übrigen Halswirbel (deren Ansätze mit dem Körper noch nicht völlig verschmolzen sind) und noch weniger die Rücken- und Lendenwirbel (zeigen noch einen Knochenkern im Stachelfortsatze), die *clavicula* (hat noch *epiphyses*), die *scapula* (hat an ihrer obern und untern Ecke noch eine *epiphysis*), das *os brachii* (hat oben eine *epiphysis* und unten ist der *condylus internus* noch nicht vollendet), *ulna* und *radius*, so wie die *ossa metacarpi* und *metatarsi* (haben am untern Ende noch *epiphyses*). Am *os pelvis* sind die *crista ilei*, *spina anterior inferior* und das *tuber ischii* noch abgesonderte Knochenstücke; das *os sacrum* zeigt noch schwache Spuren seiner Zusammensetzung. Am *os femoris* sind die beiden Trochanteren und die Condylen noch abgesondert, auch der Kopf zeigt noch Spuren seiner Trennung; die *tibia* und *fibula* haben noch Epiphysen. Am spätesten verknöchern: die *crista ilei*, die Spitze der Stachelfortsätze der Brust- und Lendenwirbel und zuletzt der untere Winkel des Schulterblattes.

C. Das Skelet des Greises hat an Grösse verloren (besonders die Knochen der Extremitäten und die Wirbelsäule), mehrere Knochen desselben sind verschmolzen (wie die untere Nasenmuschel mit dem *os ethmoideum* und *maxillare*, das *os coccygis* mit dem *os sacrum*, die Schädel- und Gesichtsknochen unter einander, so dass die Nähte verschwinden), und die Knochenöffnungen für Gefässe und Nerven sind enger geworden. Der Schädel wird leichter und kleiner und zwar so, dass er an $^2/_5$ der Schwere, die er im Mittelalter hatte, verliert, und im senkrechten Querumfange (von einem *processus mastoideus* über den andern herüber), im horizontalen Umfange (in der Höhe des untern Theiles der Stirn) und im Längendurchmesser, nicht aber im senkrechten Längenumfange (in der Mittellinie) und im Querdurchmesser abnimmt. Die Schädelknochen sind dünner; die *sutura sagittalis* verschwindet zuerst, die *lambdoidea* zuletzt; die *sinus frontales* sind weiter, so dass die *tubera frontalia* und *arcus superciliares* mehr hervorragen und die *glabella* eingesunkener ist. Die *sinus mastoidei* schliessen sich zuweilen und dann wird die Trommelhöhle enger, die Gehörknöchelchen sind mit einander verwachsen, die *fenestra ovalis* ist enger. Die meisten Zähne sind ausgefallen, die noch vorhandenen aber an ihrer Krone abgeschliffen, ohne Schmelz und Spitzen; die Zahnzellenränder sind aufgesogen, so dass die Kiefer wieder so niedrig wie im Neugebornen sind. Der Unterkiefer bildet nun einen grössern Bogen als der Oberkiefer, steht deshalb (besonders mit dem Kinne) vor diesem weit hervor und trifft mit seinem vordern Theile nicht auf denselben (deshalb ist das Kauen so beschwerlich); der ganze untere Theil des Gesichts ist durch den Verlust der Zähne und Zahnhöhlen weit niedriger. — Die Wirbelsäule hat an Höhe verloren, weil die Wirbelkörper niedriger und die Zwischenwirbelknorpel dünner geworden sind; häufig ist sie auch gekrümmt (wegen des Uebergewichts der Beugemuskeln über die schwächer gewordenen Streckmuskeln). — Der Hals des Schenkelbeins geht mehr hori-

zontal, und der mit dem *trochanter major* fast in gleicher Höhe stehende Schenkelkopf tritt in die mehr ausgehöhlte Pfanne tiefer hinein; die Gelenkflächen am Knie- und Fussgelenke sind weniger gewölbt, Schenkel- und Schienbein etwas mehr gekrümmt.

Geschlechts-Verschiedenheit des Gerippes. Die Verschiedenheiten des männlichen und weiblichen Skelets hängen von den S. 110 u. 200 angegebenen Unterschieden zwischen beiden Geschlechtern ab und sind beim Weibe folgende: 1) Das **ganze Skelet** — welches, wenn Mann und Weib im 21. Jahre 125—130 ℔ wiegen, sich zum Gewichte des ganzen Körpers wie 8,5 : 100 verhält; beim Manne aber wie 10,5 : 100,0 — ist kürzer und schwächer; alle Knochen sind zierlicher geformt, glatter, leichter, mit flachern Gelenkhöhlen und weniger ausgeprägten Vorsprüngen versehen; besonders sind die Mittelstücke der Röhrenknochen schwächer und rundlicher. Es stehen der Kopf, die Schultern und das Becken weiter nach hinten. — 2) Der **Kopf** ist im Verhältniss zu allen übrigen Knochen schwerer (beim Weibe sind diese Knochen also zum Schädel leichter und zwar wie 6 : 1, beim Manne wie 10 : 1 oder wie 8 : 1), dabei runder als im männlichen Skelete und mit weniger Hervorragungen versehen. Der Kopf des Weibes ist in der Vorder- und Hinterhauptsregion weniger entwickelt, als in der Mittelhauptgegend und durchaus kleiner als der des Mannes. *Leuret* fand, dass sich der letztere zu dem des Weibes wie 561 Millimetres zu 538 verhalte, ja dass in der Regel der weibliche ausgewachsene Schädel nur dem des männlichen etwa im 12. bis 13. Lebensjahre an Maass gleichkommt. Die Hirnschale, deren Wände dünner sind, ist zu den Gesichtsknochen grösser, alle ihre Löcher sind enger; die *sinus frontales* sind enger, die *glabella* niedriger und die *arcus superciliares* weniger vorspringend. Das Gesicht ist kürzer, schmäler und mehr rundlich; die Stirn ist schmäler und niedriger; die Augenhöhle verhältnissmässig grösser, dagegen Nasen- und Mundhöhle enger; das Kinn rundlicher; der Unterkiefer und das Zungenbein bilden engere Bogen; die Zahnränder sind mehr parabolisch; die Aeste des Unterkiefers steigen weniger senkrecht in die Höhe, die Zähne sind kleiner. — 3) Der **Rumpf** ist im Verhältnisse zu dem Kopfe und den Extremitäten merklich grösser und stellt die Gestalt einer Pyramide dar, deren Basis vom Becken, die Spitze von der Brust gebildet wird. Die Biegungen der Wirbelsäule sind weniger deutlich, doch ragt sie tiefer in die Brusthöhle hinein; der *canalis spinalis* ist geräumiger, die *foramina intervertebralia* viel weiter. Die Wirbelkörper, besonders die der Lendenwirbel, sind höher; die Brustwirbel sind an den Seiten mehr ausgeschweift, ihre Querfortsätze mehr nach hinten gebogen, ihre Dornfortsätze schärfer, auch kürzer und absteigender. Der Brustkasten ist durchaus kürzer; im Ganzen oberhalb (bis zur 4. Rippe) etwas weiter, unterhalb aber enger, beweglicher, fassartiger, weniger kegelförmig, vorn rundlicher (der männliche platt), nicht wie beim Manne über das Becken hervorragend, und höher über dem Becken liegend (weil die Lendenwirbel höher sind). Das Brustbein ist kürzer und endigt sich in der Horizontallinie zwischen den tiefsten Punkten des 4. (beim Manne des 5.) Rippenpaares, das *manubrium* ist zum *corpus sterni* viel grösser und stärker; die Rippen sind beweglicher, dünner, niedriger, weniger gewölbt und mit schärfern Rändern versehen; ihr hinterer Abschnitt geht weniger allmälig in den vordern über und die Krümmung des erstern ist von der des vordern mehr unterschieden, schneller abgesetzt, wodurch die grössere Schmalheit des Thorax bedingt ist. Nach *Meckel* sollen die beiden obern Rippen verhältnissmässig und oft absolut grösser sein als beim Manne; *Burdach* sagt, dass die Rippen kürzer und mehr spiralförmig gewunden sind. Meist sind die Knorpel der wahren Rippen im Verhältniss zu den knöchernen Rippen etwas länger; die falschen Rippen nehmen in stärkerer Proportion bis zur letzten an Länge ab; der Ausschnitt zwischen dem 7., 8. und 9. Rippenknorpel bildet nach oben zu einen viel spitzeren Winkel. Die 6. Rippe setzt sich mehr an den untern Rand des Wirbelkörpers, während sie beim Manne mehr

an der Seitenwand ansitzt. — Das **Becken** ist in allen seinen Durchmessern (s. beim Becken) weiter, niedriger, flacher und mehr kugel- oder schüsselförmig; sein Umfang ist rundlich elliptisch (der des männlichen Beckens herzförmig); seine Knochen sind dünner und leichter (es wiegt 1 ℔, das männliche 2 ℔). Die Beckenknochen haben geringere Erhabenheiten und Vertiefungen, aber festere Bänder und sind durch höhere, breitere und dickere Knorpel verbunden. Die Hüftbeine sind weniger hoch, breiter, steigen weniger steil abwärts, sind mehr nach den Seiten übergebogen und sowohl von vorn nach hinten, als von oben nach unten weit weniger ausgehöhlt; in der Richtung von vorn nach hinten divergiren sie beträchtlicher und verlaufen in einem grössern Bogen, als beim Manne; der Raum von der *spina ilei posterior superior* zur *inferior* beträgt beim Weibe 2″, beim Manne 1″ 8‴, der von der *spina anterior superior* zur *inferior* beim Weibe 1″ 10‴, beim Manne 2″ 3‴, so dass die Hüftbeine des Weibes mehr nach hinten gedrängt sind. Das Sitzbein ist kürzer, steigt mehr senkrecht herab, so dass die beiden Sitzknorren, welche grösser und flacher sind, stärker von einander abweichen; der Raum zwischen dem Sitzknorren und der Pfanne ist kleiner, die *incisura ischiadica* ist grösser; das *foramen ovale* niedriger, breiter, mehr dreieckig und schräger liegend. Das Schambein ist schmäler, der horizontale Ast wendet sich von der Pfanne in einer sanften Wölbung der andern Seite entgegen und erscheint länglicher, der absteigende Ast ist mit seiner vordern Fläche mehr nach aussen gerichtet; beide absteigende Aeste bilden einen stumpferen und mehr bogenartigen Winkel (Schambogen, von 90—100°, beim Manne 70—80°). Das Kreuzbein, 4″ lang und sehr breit (beim Manne $5\frac{1}{4}$″ lang und $4\frac{1}{4}$″ breit), ist um vieles breiter, kürzer und gerader als beim Manne, weniger gekrümmt, aber mehr nach hinten gerichtet; das *promontorium* tritt stärker hervor. Nach *Autenrieth* verhält sich die Länge des weiblichen Kreuzbeins zum ganzen Körper wie 54:1000, des männlichen wie 68:1000. Das Steissbein ist schmäler, beweglicher und mit dem untern Ende weniger nach vorn gerichtet. Die Höhle des kleinen Beckens hat einen weitern Ein- und Ausgang und ist in ihrer ganzen Höhe ungefähr gleich weit, beim Manne aber nach unten enger. — 4) Die **Extremitäten** sind kürzer. Die Schlüsselbeine sind kürzer und gerader, und liegen mehr abwärts geneigt (beim Manne schräg nach oben). Die Schulterblätter sind kleiner, dünner, flacher, mit spitzigern Winkeln, stehen weniger vom Rumpfe ab und liegen nicht so weit nach vorn. Wegen der grössern Breite des Beckens stehen die Pfannen und Oberschenkelköpfe weiter aus einander und mehr vorwärts, deshalb laufen die Oberschenkel schräger einwärts, gegen das Knie convergirend, herab. Der Oberschenkelknochen ist mehr nach vorn gebogen und sein Hals macht mit dem Körper nach innen zu einen rechten Winkel, von 125° (beim Manne mehr stumpf, von 135°), der innere Condylus ist grösser, gewölbter und länger. Die Füsse sind kleiner und schmäler.

Skeletbildung in der Thierreihe (nach *Carus*). I. Das Skelet kommt im Thierkörper in einer 3fachen Form vor: 1) als Hautskelet (hierhin gehören alle Schalen, Schuppen, Schilder, hornige Ueberzüge mit ihren Fortsetzungen, als Stacheln, Federn, Haare u. s. w.), durch welches der Thierkörper schärfer gegen das absolut Aeussere abgegränzt wird; 2) als Eingeweideskelet (hierhin gehören innerliche Schalen der Verdauungswege, hornige Ueberzüge, Zähne, knorpelige Luftröhrenringe, Verknöcherungen an den Kanälen der Geschlechtswege u. s. w.), wodurch der Thierkörper gegen das eingedrungene Aeussere schärfer abgegränzt wird; 3) als Nervenskelet, oder gemeiniglich schlechtweg Skelet genannt (hierher gehören die Knochen der Rücken- und Schädel-Wirbelsäule mit den von ihnen ausgehenden rippenartigen und Gliedmaassenknochen der Hirnthiere), welches die Hauptnervenmassen gegen die übrige Thiersubstanz vollkommener begränzt. — II. Die Substanz dieser 3 Skeletformen ist: *a)* für das Hautskelet: entweder kohlensaurer Kalk (so in den Ei-, Muschel-, Schnecken-

und Krebsschalen), oder Hornsubstanz (in den Schalen der Insecten, in den Schuppen, Federn und sämmtlichen Oberhautgebilden); *b)* für das Eingeweideskelet: entweder kohlensaurer Kalk (in den innern Schalen und Zahngestellen der Echiniden, Krebse und einiger Schnecken), oder Knorpel (vorzüglich in den Kehlkopf- und Luftröhrenringen), oder auch phosphorsaurer Kalk (in den Zähnen); *c)* für das Nervenskelet: meist phosphorsaurer Kalk (in den Knochen und Knorpeln der höhern Thiere). — III. Vorkommen dieser Skelete. Das Hautskelet ist das erste in der Thierreihe auftretende, aber auch das niedrigste, und sobald es sich stark entwickelt, durch Erstarrung der ganzen Thierfläche eine niedere Sensibilität bedingend. Ihm ziemlich hierin gleichkommend ist das Eingeweideskelet. Das letzte in der Thierreihe, aber in sich selbst auch das höchste, ist das Nervenskelet, da es mit Stetigkeit zuerst nur in den Hirnthieren sich entwickelt. — IV. Die Urform dieser Skelete ist die Wirbelform. Schon *Oken* sagte: „das ganze Skelet ist nichts als ein Wirbel;" *Carus* wies die wirkliche Begründung aller Skelettheile durch Wirbel oder Wirbeltheile im Einzelnen nach. Letzterer unterscheidet 3 Grundformen der verschiedenen Wirbelgebilde, nämlich: 1) Urwirbel, welche anzusehen sind als Elemente gewisser kugelförmiger Umschliessungen einzelner Abtheilungen des Thierkörpers. Sie sind vorzüglich eigenthümlich dem Hautskelete, wo sie in Form wirklicher oder mehr oder weniger getheilter Hohlkugeln das ganze Thier einschliessen, oder, sich mehrfach wiederholend, einzelne Leibesringe um gewisse Abtheilungen des Thierkörpers bilden. Eben so begründen sie die ringförmigen Auskleidungen innerer Kanäle am Eingeweideskelet, und endlich beruhen in Urwirbeln alle rippenartigen Umschliessungen von Eingeweide enthaltenden Höhlen am Nervenskelete. 2) Secundarwirbel, durch Wiederholung des Urwirbels begründet, sind vorzüglich dem Nervenskelete eigen (am stetigsten als Rückenwirbel entwickelt). 3) Tertiarwirbel, entstehen zunächst als Verbindungsglieder des Gegensatzes von Ur- und Secundarwirbeln, und eben deshalb ändert sich hier die zum Grunde liegende Kugelgestalt in die nach zwei verschiedenen Richtungen strebende Metamorphose der Kugel zum Doppel-Kegel. Dieser Wirbel erreicht erst die vollkommene Solidität und die Eigenschaft, kein anderes Eingeweide, als sein eigenthümliches, das Knochenmark, einzuschliessen.

Säugethierskelet. Das wesentlichste Gebilde des Nervenskelets, welches bei den Säugethieren am häufigsten entwickelt ist, ist eine Säule von Secundarwirbeln (Secundarwirbelsäule des Rückens), welche durch Vorherrschen entweder ihrer Bogen oder ihrer parallelen Tertiarwirbel (Körper) in Schädel und Rückgrath zerfällt. Was die Urwirbel betrifft, so finden wir sie sowohl am Rückgrathe (Rumpfrippenbogen) und zwar *a)* als wahre Rippen; *b)* als Rippenrudimente (falsche Rippen); und *c)* als Gliedmaassen tragend (Schulter- und Beckenknochen); als auch am Kopfe (Kopfrippenbogen).

A. **Secundarwirbel.** *a)* An der Kopfwirbelsäule finden sich 3 wesentliche oder Hauptschädelwirbel, und 3 Antlitz-Schädelwirbel; die erstern umschliessen gleich den Rückenwirbeln einen einfachen Kanal, die letztern enthalten dagegen einen Doppelkanal. Zwischen den 3 Hauptschädelwirbeln entstehen 3 Zwischen-Schädelwirbel. Je mehr die innere Ausbildung des Thieres steigt, um so mehr werden die Haupt- und Zwischenwirbel des Schädels die herrschenden und die Antlitzwirbel sind dann mehr als integrirende Theile von Ur-Wirbeln, denn als eigentliche Secundarwirbel entwickelt. — I. **Hauptschädelwirbel** sind: α) der Hinterhauptwirbel (d. i. *os occipitis*); β) der Mittelhauptwirbel (d. s. *ossa parietalia*, *alae magnae* und hinterer Theil des *corpus ossis sphenoidei*); γ) der Vorderhauptwirbel (d. i. *os frontis*, *alae parvae* und vorderer Theil des *corpus ossis sphenoidei*). — II. **Zwischen-Schädelwirbel** sind: α) der Ohrennervenwirbel (hauptsächlich das Felsenbein); β) der Augennervenwirbel (der mittlere Theil des Keilbeinkörpers); γ) der Riechnervenwirbel (Siebplatte). — III. **Antlitzwirbel** sind: α) 4. Kopf- oder 1. Antlitzwirbel (d. s. die Nasenbeine, Papierplatte und die senkrechte Platte des Siebbeins, der *vomer*); β) 5. Kopf- oder 2. Antlitzwirbel (d. s. die obern Nasenknorpel und die Nasenmuscheln); γ) 6. Kopf- oder 3. Antlitzwirbel (d. s. die Nasenflügelknorpel). — *b)* Die Rückgrathswirbelsäule besteht aus Secundarwirbeln, und ist für das Nervenskelet das charakteristische Gebilde und ohne Zweifel wird die gesammte Richtung der Urwirbelsäule durch sie bestimmt. Der wesentliche Theil jedes dieser

Wirbel ist der Bogen; je reiner dieser entwickelt ist, desto höher die Dignität des Wirbels.

B. Die **Urwirbel des Nervenskelets** sind entweder: **Urwirbel des Kopfes** (Kopfrippenbogen), oder des **Rumpfes** (Rumpfrippenbogen). Wie die Secundarwirbel die höhern animalen Gebilde, so umschliessen die Urwirbel die vegetativen, dem bildenden Leben bestimmten Organe; sie sind deshalb am Rumpfe (wo die meisten und grössten vegetativen Organe liegen) am grössten, und am Kopfe immer um so mehr den Secundarwirbeln untergeordnet, je höher die Stufe ist, auf welcher die Ausbildung des Thieres steht. — *a)* **Urwirbel des Kopfes, Kopfrippenbogen**; von ihnen kommen so viel Paare vor, als Secundarwirbel an der Kopfwirbelsäule sind: I. **Hinterhauptrippen** (Urwirbelbogen des Hinterhauptes), sind in der Regel unentwickelt; mit dem 1. Paare Zwischenrippen oder **Ohrwirbelrippen** (Paukenring und Jochfortsatz des Schläfenbeins). II. **Mitelhauptrippen**, d. s. die Flügelfortsätze des Keilbeins mit dem 2. Zwischenrippenpaare oder den **Augenwirbelrippen** (Jochbeine). III. **Vorderhauptrippen** *(hamuli pterygoidei)*; mit dem 3. Zwischenrippenpaare oder den **Riechwirbelrippen** (Thränenbeine). IV. Erstes **Antlitzrippenpaar** (Gaumenbeine). V. Zweites **Antlitzrippenpaar** (Oberkieferknochen). VI. Drittes **Antlitzrippenpaar** (Zwischenkieferknochen, beim Menschen unentwickelt). — *b)* **Urwirbelbogen des Rumpfes**: I. Urwirbelbogen der **Halsgegend** (die Foramina in den Querfortsätzen) mit ihrem **Sternaltheile**, d. s. Schulterblätter und Schlüsselbeine. II. Urwirbelbogen der **Brustgegend** (wahre Rippen). III. Urwirbelbogen der **Oberbauchgegend** (falsche Rippen). IV. Urwirbelbogen der **Unterbauchgegend** (fehlen). V. Urwirbelbogen der **Beckengegend** *(os innominatum)*. — An der untern oder **Erdseite** (an der vordern beim Menschen) wird man ebenfalls eine Art Wirbelsäule (aus **Sternalwirbeln**) finden, aber nur dann, wenn geschlossene Urwirbelbogen vorkommen und die Rückenwirbel nicht eine zu mächtige Ausbildung (wie an der Kopfwirbelsäule) haben. Die hier vorkommenden Sternalwirbel sind nur **Tertiarwirbel** (Wirbelkörper) und folgende: I. **Hals-Sternalwirbelkörper** (Schulterblatt, Schlüsselbein und oberer Theil des *manubrium sterni*). II. **Brust-Sternalwirbelkörper** (unterer Theil des *manubrium* und des *corpus sterni*). III. **Oberbauch-Sternalwirbelkörper** *(processus xiphoides)*. IV. **Unterbauch-Sternalwirbelkörper** *(linea alba)*. V. **Becken-Sternalwirbelkörper** (Knorpel der Schamfuge).

Die **ausstrahlenden** oder **Gliedmaassenwirbelsäulen** bestehen aus Tertiarwirbeln und werden sich nur entwickeln *a)* wenn der Theil des Urwirbels, aus welchem sie entspriessen sollen (Schulter- oder Beckenknochen), wirklich vorgebildet ist; *b)* wenn die Gegend des Urwirbels, aus welcher sie entspriessen, nicht bereits zur höhern Entwickelung eines parallelen Secundarwirbels bestimmt ist. *c)* Sie werden nur in den Regionen zu ihrer vollen Ausbildung kommen, wo die Bedeutung der Athmung (und Vegetation) vorherrschend ist. I. Die **Gliedmaassen des Kopfes** sind: der Ohrknorpel und Unterkiefer (d. s. hintere Kopf- oder Schädelgliedmaassen); die Augenknorpel und Nasenflügelknorpel (d. s. mittlere Kopfgliedmaassen). — II. **Gliedmaassen des Rumpfes**, sind entweder unpaarige (fehlen beim Menschen) oder paarige; letztere sind entweder Gliedmaassen der Brust (Arme) oder des Beckens (Füsse).

[Ausführlicheres s. in *Carus's* Ur-Theile des Knochen- und Schalengerüstes.]

Skelet bei den Wirbelthieren (s. S. 84). — Der **Typus** des **Säugethierskelets** ist der der Wirbelthiere überhaupt und der des menschlichen insbesondere, obschon eine ausserordentliche Mannichfaltigkeit der Bildungen vorkommt, welche aber alle als Modificationen des Menschenskelets zu betrachten und von dem Elemente abhängig sind, in dem das Thier lebt. Am weitesten entfernen sich vom menschlichen Typus die Cetaceen und Edentaten, dann die Fledermäuse, Ruminanten, Pachydermen, Beutelthiere und einige Insectivoren, weniger die Nagethiere und Fleischfresser, am wenigsten die Vierhänder. Je nachdem die Thiere im Wasser leben und blos schwimmen, oder unterirdische Baue haben und graben, oder blos zum Laufe oder Fluge organisirt sind, oder die Extremitäten zum Fassen und Greifen gebrauchen können, in demselben Maasse modificirt sich das Skelet und verlängern, verkürzen und verändern sich namentlich die Extremitäten mit ihren den Rumpf gürtelförmig umgebenden Knochen, so dass sich das Skelet mehr oder weniger dem der Fische, Amphibien und Vögel nähert. — Das **Vogelskelet** zeichnet sich durch eine grosse Gleichförmigkeit und dadurch aus, dass die Knochen inwendig mehr oder weniger hohl, ohne Mark und mit Luft erfüllt sind. Viele Knochen haben deshalb Oeffnungen, welche mit den Luftsäcken in Verbindung stehen und von diesen aus ihre Luft erhalten. Im Allgemeinen steht die Pneumaticität und ihre Ausdehnung im Knochengerüste mit der Grösse und dem Flugvermögen im Zusammenhange. Kleine, wenn auch sehr schnell fliegende Vögel, haben wenige hohle Knochen; grosse, sehr hoch fliegende die meisten; bei manchen Vögeln sind alle, oder fast alle Knochen solide, bei andern mehr diese, bei andern jene. Doch findet bei einzelnen Knochen vorherrschend eine Neigung zum Hohlwerden statt, indem der Oberarmknochen, die Hirnschale und das Brustbein am

öftersten, seltener der Oberschenkelknochen, äusserst selten die unterhalb des Ellenbogen- und Kniegelenks liegenden Knochen hohl werden. Völliger Mangel der Pneumaticität ist bis jetzt nur bei dem neuseeländischen Vogel Apteryx (zu den Brevipennen gehörend) beobachtet worden. Am weitesten ist die Pneumaticität bei den Kalaos (Buceros) ausgebreitet, wo fast alle Knochen lufthaltig sind. Bei den jungen Vögeln sind auch die später pneumatischen Knochen noch mit Mark gefüllt, welches erst allmälig resorbirt wird; die pneumatischen Knochen sind weisser und von compacterm Gewebe, enthalten mehr erdige Bestandtheile als die andern Knochen. — Das Skelet der Amphibien zeigt in den verschiedenen Ordnungen und Gattungen dieser Thiere die grössten Verschiedenheiten. — Das Fischskelet bietet hinsichtlich der äussern Anordnung und Structur des Gewebes bei weitem die meisten Verschiedenheiten dar. Das Skelet der Knochenfische gleicht noch am meisten dem der übrigen Wirbelthiere; doch ist die feinere Organisation der Knochen noch wenig gekannt; Knorpel- und Knochenkörperchen sind nicht so deutlich, als bei andern Wirbelthieren. Ganz verschieden vom Baue des Skelets der Knochenfische verhält sich der der Knorpelfische; nur die Grundtypen, die ihnen als Wirbelthieren zukommen, sind beiden gemein. Ossificationen kommen bei den Knorpelfischen nur in den Hautknochen vor. (*Wagner.*) Ueber das Skelet der Wirbellosen s. S. 85 u. folg.

Abnormitäten des Skelets. Die Bildung und Vollendung des Skelets erleidet der Zeit, dem Grade und der Art nach mancherlei Störungen, die bald mit unvollkommner Entwickelung des Gesammtorganismus zusammentreffen, bald auch nur in dem Skelete allein beobachtet werden. Bildungsmangel findet man als vollständigen nur in seltenen Fällen bei Missgeburten, dagegen öfters als theilweisen an verschiedenen in ihrer Entwickelung überhaupt gehemmten Abschnitten des Körpers (vorzugsweise an den Extremitäten). Häufiger ist die Bildung des Skelets insofern mangelhaft, als die Knochen desselben zur Zeit der Geburt noch ganz knorpelig oder sehr unvollkommen verknöchert sind, d. i. angeborne Rhachitis (gewöhnlich mit hypertrophischer Entwickelung des Hirnmarkes), die sich bis in die Pubertätsjahre hinziehen kann und zu bedeutender Missgestaltung des Skelets Veranlassung gibt. Auch nach der Geburt kann durch Krankheiten (besonders langwierige und erschöpfende) und Druck die Vollendung des Skelets sehr verzögert werden. — Als Bildungsexcess ist anzusehen: die vorschnelle Ausbildung des ganzen Skelets oder blos einzelner Theile, die vorzeitige Schliessung der Fontanellen, das zeitige Schwinden der Nähte, die vorschnelle Verschmelzung der Epiphysen mit den Diaphysen; ferner die ungewöhnliche Verdichtung und Härte (Sclerose), die widernatürliche Volumszunahme der Knochen (Hyperostose). — Die Zahl der das Skelet bildenden Knochen ist auch Abweichungen unterworfen, so dass selbst bei anscheinend normaler Bildung der Theile Knochen fehlen oder in Ueberzahl vorhanden sein können. Am häufigsten betrifft dies neben den Zähnen und Sesambeinchen die Wirbel und Rippen. Scheinbar wird die Zahl der Knochen vermehrt durch Getrenntbleiben einzelner Knochenstücke und die Nahtknochen; vermindert durch Verschmelzung (Synostose) mehrerer Knochen. — Uebermässige Grösse des ganzen Skelets findet sich beim Riesenwuchse (s. S. 103); einzelne Partieen des Gerippes können durch angeborne oder erworbene Hypertrophie, durch lockernde Auftreibung, durch Afterbildungen (Knochengeschwülste) an Volumen zunehmen. Regelwidrige Kleinheit des ganzen Skelets kann von angebornem Zwergwuchse (s. S. 104) herrühren; sie kann nur einzelne Skelet-Partieen oder einzelne Knochen betreffen; sie kann ferner angeboren oder erworben sein und entweder im gehemmten Wachsthume noch nicht vollendeter oder im Schwunde schon völlig ausgebildeter Knochen bestehen. Der letztere Fall (*atrophia, tabes ossium*) zeigt sich nicht selten an den Knochen ganzer Glieder nach Lähmungen und Verrenkungen, oder partiell in Folge von lange anhaltendem Drucke. — Formfehler der Knochen finden sich sowohl als angeborne wie als erworbene sehr häufig, die

erstern sind gewöhnlich Hemmungsbildungen oder Schiefheiten, Verdrehungen und Verkrümmungen, die letztern können von schädlichen Moden und Gewohnheiten, von unpassender Muskelaction, von Geschwülsten, Verrenkungen und Brüchen, von Texturkrankheiten der Knohen (besonders Rhachitis und Osteomalacie) u. s. f. abhängig sein. — Anlangend die Verbindung und Lage der Knochen zu einander, so trifft man in ersterer Hinsicht entweder auf eine widernatürlich innige und zu straffe (Synostose, Anchylose), oder auf eine verminderte und ganz aufgehobene Verbindung (Osteodiastase, Luxation), welche Zustände angeboren oder erworben sein und von mechanischen oder dynamischen Krankheiten der Knochen abhängen können (s. S. 276).

[Weiteres s. bei den einzelnen Abtheilungen des Gerippes.]

Kopf.

Das Knochengerüste des Kopfes (s. Bd. I. S. 34), welches in den Schädel und das Gesicht zerfällt (s. Bd. I. S. 6), macht, bis auf den Unterkiefer, ein zusammenhängendes, unzertrenntes Ganze aus und ist als ein einziger Knochen zu betrachten, wie man dies aus der Bildung des Schädels deutlich ersehen kann. Die Hirnschale ist nämlich in dem nur wenige Wochen alten Embryo eine aus einer einzigen, ungetrennt zusammenhängenden Knorpelmasse bestehende Kapsel, in welcher nach und nach Knochenkerne entstehen, die sich zu den einzelnen Schädelknochen ausbilden, welche mittels nicht verknöcherter Knorpelstreifen (Nahtknorpel) an einander stossen (die Nähte bildend). Diese zwischen den Schädelknochen befindliche Knorpelmasse dient, indem sie von dem wachsenden Gehirne gleichsam sanft aus einander getrieben oder gedehnt wird und dann nach und nach wieder verknöchert, zur Vergrösserung und Erweiterung des Schädels (wie bei den langen Knochen der Knorpel zwischen der *dia-* und *epiphysis*). Der Nutzen der Nähte an den Schädelknochen ist folglich nicht sowohl Verbindung derselben, als vielmehr Vermittelung des Wachsens des Schädels im Umfange. Es haben also die Nähte zu keiner Zeit die Bestimmung, den Schädel in einzelne Knochen abzusondern, und die Nahtknorpel trennen nicht die einzelnen Knochen, sondern vereinigen sie zu einem Ganzen und die Hirnschale ist ebenso nur ein Knochen, wie ein aus der *dia-* und *apophysis* bestehender langer Knochen. Durch diese Einrichtung kommt also das Wachsthum des Schädels ganz mit dem Wachsthume aller übrigen langen und breiten Knochen überein.

Gestalt des Kopfes. Der Kopf stellt im Allgemeinen ein unregelmässiges Sphäroid, ein Oval dar, dessen Spitze vom Kinne, dessen weites stumpferes Ende vom hintern obern Theile des Schädels gebildet wird. Es ändert sich aber diese Form, ebenso wie der Umfang des Kopfes, nach Alter, Geschlecht, Statur, Klima, Beschäftigung, Moden, Krankheiten u. s. w. verschiedentlich ab. Hauptsächlich haben diese Verschiedenheiten in der Kopfform ihren Grund in der mannichfachen Bildung des Schädels und in dem verschiedenen Verhältnisse desselben zum Gesichte.

Ur-Schädelformen gibt es nach *M. J. Weber* (in Bonn) vier und zwar 1) die eiförmige oder ovale; 2) die runde, wo der Gehirnschädel

niedrig, mehr breit und vollkommen kreisförmig ist, die Kiefer mehr seitlich entwickelt, daher weniger hervorragend, niedrig und gerundet sind; 3) die vierseitige, wo der Schädel an seinen verschiedenen Seiten flach und das Gesicht platt und breit ist; 4) die keilförmige, wo der Schädel gleichsam von beiden Seiten zusammengedrückt ist; die Kiefer ragen auffallend hervor und die Schneidezähne stehen schief. Diese 4 Urschädelformen finden sich in den verschiedenen Menschenstämmen repräsentirt. Die ovale Schädelform kommt den meisten kaukasischen Stämmen zu, und der Gesichtswinkel beträgt 80—85°, selten 90°; die runde Form findet sich bei vielen amerikanischen Stämmen und den Lappen; die vierseitige ist den Kalmuken, Mongolen und Chinesen, und dann auch einigen amerikanischen Stämmen eigen, und der Gesichtswinkel beträgt 75—80°; die keilförmige Schädelform zeichnet den Neger und Malayen aus, und der Gesichtswinkel beträgt 70—75°. — *Prichard* nimmt blos folgende 3 Schädelformen an: 1) die ovale oder symmetrische (bei den Europäern und Westasiaten); der Kopf hat eine rundere Gestalt, die Stirn ist ausgedehnter, das Gesicht oval, die Kiefer- und Backenknochen bilden mit der Stirne eine Ebene, letztere ragen weder nach vorn noch seitwärts vor, der Unter- und Oberkiefer hat einen wohl abgerundeten Alveolarfortsatz, dessen vorderer Theil eine perpendiculäre und nicht vorstehende Richtung hat, so dass die Zähne eine perpendiculäre Stellung einnehmen. 2) Schmaler, in die Länge gezogener und seitlich zusammengedrückter Schädel (hauptsächlich bei den Negern der Goldküste); die Backenknochen ragen nach vorn, nicht seitlich hervor, der Oberkiefer ist verlängert und steht nach vorn vor, die Zahnfortsätze und Zähne erhalten dadurch dieselbe Richtung. 3) Breiter und viereckiger (pyramidaler) Schädel (besonders bei den Mongolen und Eskimos); die Jochbogen treten seitlich stark vor, die Jochbeine stehen, unter der Mitte der Orbita anfangend, hervor und wenden sich in einem grossen Bogen nach rückwärts. Die Augenhöhlen sind gross und tief, der obere Theil des Gesichts auffallend eben und flach, die Nase ist platt und die Nasenbeine, sowie der Zwischenraum zwischen den Augenbraunen bilden mit den Backenknochen fast eine Ebene. — *Retzius* fand bei den verschiedenen Menschenraçen 2 verschiedene Schädelformen (die brachy- und dolichocephalische) nebst 2 verschiedenen Gesichtsformen (die orthognathische und prognathische), und theilt nach diesen Bildungen die Menschenstämme ein (s. S. 113). — Ueber die Kopfform bei den verschiedenen Menschenraçen nach *Blumenbach* s. S. 97 u. 112.

Die Altersverschiedenheiten des Kopfes liegen vorzugsweise in dem Verhältnisse des Schädels zum Gesichte, wie S. 109 u. 182 ausführlich berichtet worden ist. — Die Geschlechtsverschiedenheiten verdienen ebenfalls Beachtung (s. S. 110), und diese bestehen nach *Sömmerring* darin: dass der weibliche Kopf mit allen Zähnen zu allen übrigen Knochen des Skelets schwerer ist (beim Manne wie 1 : 8 oder 1 : 10, bei der Frau wie 1 : 6); dass er beim Weibe bei gleicher Höhe des Skelets von grösserm Umfange ist; dass der Schädel zum Gesichte grösser ist und die Löcher desselben enger sind, ebenso das Gaumengewölbe und die Mundhöhle, sowie alle mit der Nasenhöhle in Verbindung stehenden Nebenhöhlen. — Auch lassen die verschiedenen Constitutionen und Temperamente (s. S. 114) bisweilen eigene Kopfformen erkennen. — Moden und Beschäftigung üben manchmal Einfluss auf die Kopfform aus, wie sich dies bei einigen Völkerstämmen Amerikas deutlich zeigt, welche entweder eine circuläre oder eine seitliche, oder eine vorn und hinten am Kopfe angebrachte Compression in Gebrauch ziehen oder wenigstens früher in Gebrauch zogen. Z. B. die Indianer in Oregon pressen den Kopf in der zartesten Kindheit von oben her, platten ihn so vom Scheitel gegen die Basis hin ab, machen ihn niedrig *(Flatheads)*; die Natches drückten den Hinterkopf und die Stirn flach und machten den Kopf kurz, hoch und breit; die Huanchas und Ayenaras drückten die Stirn herab, die Seiten zusammen und machten das Hinterhaupt unnatürlich lang. Auch das Tragen schwerer Lasten auf dem Kopfe kann dessen Form allmälig

ändern. — Von den **Krankheiten**, welche vorzugsweise Abweichungen in der Grösse und Gestalt des Kopfes hervorrufen, steht die Hydrocephalie oben an (s. später bei Schädel). — Unter den **Missgeburten** gibt es solche mit vollständigem Mangel des Kopfes (kopflose, *monstra acephala*) und mit mangelhaftem Kopfe *(m. perocephala)*; oder der Kopf ist im Verhältniss zum übrigen Körper zu klein (Zwergkopf, *nanocephalus*), sowie durch Verschmelzung (Cyclopie; Monotie) und Spaltbildung *(schistocephalus)* missgestaltet. Es können selbst auf einem Rumpfe 2 Köpfe aufsitzen *(dicephalus)*.

Umfang des Kopfes. Es ist sehr schwierig, die mittlere Grösse des Kopfes festzusetzen, da dies nicht blos im Allgemeinen, sondern stets mit Rücksicht auf Alter, Geschlecht, Grösse und Gewicht des Individuums geschehen muss. Bei den bis jetzt angestellten Messungen sind immer nur einzelne und nicht alle diese Momente berücksichtigt worden.

So fand *Parchappe* den Kopf bei Weibern kleiner als bei Männern, während nach *Sömmerring* im Gegentheil bei gleicher Höhe des Skelets der Kopf des Weibes von grösserm Umfange ist, als der des Mannes. *Leuret* behauptet, dass das Volumen eines Kopfes bei einem erwachsenen Weibe im Durchschnitte nicht das des Kopfes eines 12—13jährigen Knaben übertrifft; nach *Malgaigne* ist die vordere Krümmung des Kopfes (vom vordern Rande des Gehörganges über die Augenbrauenbögen bis zu derselben Stelle der andern Seite) beim Weibe nur um 7 Millim. geringer als beim Manne, während die hintere Krümmung (vom hintern Rande des Gehörganges über den Hinterhauptshöcker bis zum andern Gehörgange) um 28 Millim. fällt. *Gall* hat dagegen gelehrt, dass die in der obern Region des Hinterhaupts gelegenen Theile beim Weibe viel entwickelter wären als die der Stirne. Im Durchschnitte sind die Durchmesser des Kopfes beim Manne, Weibe und Neugebornen etwa folgende:

	Beim Manne.	Bei der Frau.	Beim Neugeb.
1) Längster Dm., zwischen Scheitel und Kinn .	8½''—9''	8'' 3'''	4¾''—5''
2) Längen-Dm., zwischen *glabella* und *protuberantia occipitalis externa*	7''—7½''	6'' 6'''	4''—4½''
3) Vorderer Quer-Dm., zwischen den *angulis sphenoidal.* der *ossa parietalia* .	4''—4'' 6'''	4'' 2'''	2''—2'' 8'''
4) Hinterer Quer-Dm., zwischen den *tubera parietalia*	5½''—5'' 9'''	5'' 3'''	3½''—3'' 6'''
5) Senkrechter Dm., zwischen Scheitel und *foramen magnum*	5''—5½''	4'' 10'''	3¾''—3½''
6) Länge (Höhe) des Gesichts, zwischen Nasenwurzel und Kinn	4⅓''	4''	1½''—1'' 8'''
7) Breite, zwischen den Wangenbeinen	4''—4'' 2'''	3'' 10'''	2'' 3'''
8) Breite, zwischen den Jochbogen . . .	5''	4'' 9'''	3''
9) Breite, zwischen den Unterkieferästen	3'' 9'''	3'' 5'''	2''

Die innern Durchmesser der Schädelhöhle gibt *Krause* so an: unterer Längendurchmesser zwischen *foramen coecum* und *spina occipitalis interna* 5″ 6‴ beim Manne, 5″ bei der Frau; oberer Längendurchmesser zwischem dem Mittelpunkte der *crista frontalis interna* und des obern Schenkels der *eminentia cruciata* des Hinterhauptsbeines beim Manne 6″ 3‴, bei der Frau 5″ 8‴; der Querdurchmesser zwischen den Basen des Felsentheiles 4″ 3‴ beim Manne, 4″ bei der Frau; die Höhe 4″ 6‴ beim Manne, 4″ 5‴ beim Weibe. — Das **Alter** soll auf die Grösse des Kopfes keinen unbedeutenden Einfluss äussern (s. S. 109 u. 182). Nach *Quetelet* ist das Wachsthum desselben mit 30 Jahren vollendet, nach *Malgaigne* (nach welchem die Volumszunahme beinahe ausschliesslich die horizontale Circumferenz betrifft) mit dem 40. und nach *Parchappe* erst mit dem 60. Jahre. Die meisten nehmen an, dass das Volumen des Kopfes beim Erwachsenen stetig bleibe und im Alter abnehme. — Die hauptsächlichsten **Unterschiede zwischen dem Kopfe des Men-**

schen und des Affen sind: 1) Das Cranium ist beim Affen ein kleines zugerundetes Gehäuse und liegt ganz und gar hinter und durchaus nicht über dem Gesichte. Der Längendurchmesser der Basis ist viel länger als beim Menschen. Während der ganze Jochbogen bei allen Menschen in der vordern Hälfte der *basis cranii* inbegriffen ist, liegt er beim Affen in der Mitte des Schädels und nimmt an der Basis gerade den 3. Theil der ganzen Länge ihres Durchmessers ein. 2) Das *foramen magnum*, beim Menschen sehr nahe an der Mitte der *basis cranii*, unmittelbar hinter dem mittlern Querdurchmesser, liegt beim Affen in der Mitte des hintern Drittels der Basis. 3) Der knöcherne Gaumen hat beim Affen einen grössern Umfang und stärkere Entwickelung, in deren Folge die Zähne viel grösser und ausgebreiteter sind, der Continuität ermangeln und Zwischenräume zwischen sich lassen. 4) Die Basis des Cranium ist flach, wegen der geringen Entwickelung des Gehirns und seiner Kapsel nach unten. 5) Der Gesichtswinkel beträgt beim jungen Affen 64—60°, beim ausgewachsenen 35—30°, beim Menschen höchstens bis zu 70° herab. (S. später vergleichende Anatomie des Kopfes.)

Schädellehre, Cranioscopie. Dass die Gehirnmasse die Seelenthätigkeit vermittelt, ist eine allgemein anerkannte physiologische Wahrheit. In welcher Beziehung jedoch einzelne Gehirntheile zu einzelnen Seelenäusserungen stehen, darüber gibt es nicht einmal Vermuthungen. Dass die Hirnkapsel (der Schädel) sich in ihrer Form und Grösse im Allgemeinen nach dem Gehirne richten muss, steht wohl fest, dagegen entspricht die Schädeloberfläche durchaus nicht genau der des Gehirns (um welches herum sich ausserdem auch noch das Cerebralfluidum befindet); auch lässt sich die Form des Schädels, und somit auch die des Gehirns, durch Druck allmälig in verschiedener Weise verändern. Da man nun in der frühern und auch in der jetzigen Zeit die Bildung des Kopfes und besonders des Schädels mit der Aeusserung geistiger Kräfte in innigen Zusammenhang zu stellen gesucht hat, so ist aus der Schädellehre (Cranioscopie) eine empirische Geisteslehre (Phrenologie) hervorgegangen, welche viele Freunde unter Aerzten und Laien zählt.

Schon im Alterthume und ehe man noch die Bedeutung des Gehirns kannte, war man darauf aufmerksam geworden, dass die Form und Entwickelung des Kopfes, als desjenigen Gebildes, welches wesentlich durch das Gehirn bestimmt wird, eine gewisse und sehr sprechende Beziehung zu der besondern Individualität der Person enthalte; Künstler deuteten durch die Verschiedenheit, in welcher sie den Kopf einer Statue auffassten, den Charakter der darzustellenden Person an, und fast unbewusster Weise erregte dem Beschauer die niedrige Stirn des Athleten die Vorstellung einer ganz andern Individualität, als die hohe und freie Stirn eines Apollo oder Jupiter. In neuerer Zeit kamen in *Lavater* und *Gall* (u. *Spurzheim*) diese Vorstellungen von Bedeutung der Kopfform zuerst zu einem deutlichern Bewusstsein; allein Ersterer, ein völlig unwissenschaftlicher Gefühlsmensch, gab sich ohne alle physiologische Nachweisungen den Eindrücken seines Gemüthes bei Anschauung verschiedener solcher Formen hin, während Letzterer, da ihm noch eine wissenschaftliche Erkenntniss der Bedeutung des Nervensystems und vorzüglich des Gehirns fehlte, zu viel Willkührliches, Fragmentarisches und Unhaltbares in seine Lehre aufnahm. — Die Hauptpunkte der Lehre *Gall's* sind folgende: die moralischen und intellectuellen Vermögen sind dem Menschen angeboren, die, wie die Instincte der Thiere, mit auf die Welt gebracht, durch die Wechselwirkung mit dieser nur zur Entfaltung, nicht aber erst zur Entwickelung gebracht werden können. Die Aeusserung jener Seelenvermögen hängt von dem Entwickelungsgrade ihrer Organe im Gehirne ab, welches letztere

demnach ein Conglomerat einzelner psychischer Organe darstellt. Diesen Organen sollen an der äussern Fläche des Schädels Protuberanzen entsprechen. Allein dies ist durchaus nicht der Fall und deshalb allein schon, abgesehen von noch vielen andern Gründen, ist die *Gall*'sche Schädellehre unhaltbar und muss als eine Verirrung des menschlichen Geistes angesehen werden. *Carus* hat die *Gall*'sche Schädellehre zwar auf einfachere Principien zurückgeführt, allein auch seine Cranioscopie entbehrt der sichern Grundlage, welche allein die Physiologie in Verbindung mit der pathologischen Anatomie geben kann. Wir wissen, sagt *Carus*, dass das Gehirn, gewissermaassen der Focus des Nervensystems, die Centralenden aller Nervenfasern in sich schliesst und dass es, entsprechend den 3 Schädelwirbeln, in den höhern Thierklassen und im Menschen aus 3 Hirnmassen, einer vordern, mittlern und hintern, besteht, von denen bald die eine, bald die andere so vorherrschend werden kann, dass die andern dadurch mehr verdeckt werden. Da wir nun annehmen müssen, dass ein längerer Verlauf der Primitivnervenfasern im Gehirn, wodurch somit auch eine weitere Ausdehnung einer Dimension im Hirn selbst und folglich auch im Schädel bedingt ist, in diesen Fasern eine höhere idiospontane Innervationsströmung setzen muss, so wird man auch die grösseren Dimensionen des Schädels von der Schädelbasis und der Austrittsstelle des Rückenmarks an, in verschiedenen Richtungen excentrisch gegen die Peripherie hin als einen Maassstab für die grössere Energie der in diesen Richtungen verlaufenden Primitivfasern anzuerkennen haben. Wegen dieser Einwirkung des Gehirns nun auf die Nervenfasern während ihres Verlaufes in demselben wird sich auch eine stärkere geistige Individualität (d. h. eine solche, welche einen höhern Grad von Spontaneität oder Unabhängigkeit nervöser Reaction von äussern Reizen besitzt und vielmehr geeignet ist, die Regungen eigner Entwickelung des spirituellen Organismus auf das Aeussere zu übertragen und die Aussenwelt nach ihrem Innern zu modificiren) durch eine geräumigere Schädelhöhle und somit grössere Dimensionen des ganzen Schädels verrathen müssen, während bei Geschöpfen, welche durch die Sinneseindrücke unmittelbar zur Reaction bestimmt werden, ein nur kleines Gehirn und eine enge Schädelhöhle zu finden sein wird. — Die 3 Hirnmassen, ihre verschiedenen Bedeutungen und die denselben entsprechenden Schädelwirbel sind folgende:

a. **Vordere Hirnmasse**, umgeben von dem Vorderhauptwirbel oder vordern Schädelwirbel (Stirnbein und vordere Keilbeinhälfte), fasst die Hemisphären des grossen Gehirns in sich, und ist insbesondere Organ des Erkennens, der Vorstellung und Einbildung, das Centrum des erkennenden, Vorstellungen aufnehmenden und vergleichenden Seelenlebens, mit einem Worte die Region der Intelligenz (Sitz der *anima intellectiva*). Zugleich ist sie auch der Focus der Geruchsempfindung, und deshalb hängt die Nasenbildung mit der des Vorderhauptes zusammen. Dass dieser Hirntheil wirklich die angegebene Bedeutung hat, lässt sich sowohl in der Thierreihe als im Menschen deutlich beobachten, da er um so mehr entwickelt ist, je mehr intelligentes Leben hervortritt. In diesem Hirntheile, dessen bedeutende Entwickelung im Menschen das Eigenthümliche und Charakteristische ist, finden sich wesentlich die Nervenprimitivfasern der Sinnesorgane vereinigt, deren Zuleitung wir die Sinnesvorstellungen und, auf höherer Stufe, die Erkenntniss verdanken.

b. **Mittlere Hirnmasse**, umgeben vom Mittelhauptwirbel (Scheitelbeine und hintere Keilbeinhälfte), begreift die Sehhügel und Vierhügelkörper in sich und ist insbesondere Organ des unbewussten Empfindens und Gegenwirkens, des Gefühls vom Zustande des eigenen Bildungslebens (Gemeingefühls), der Sitz des Gemüths (der *anima sensitiva*); zugleich auch der Focus der Gesichtsempfindung. In dieser Hirnmasse sammeln sich insbesondere die Nervenprimitivfasern der reproductiven Organe. Sie tritt bei niedern Thieren (besonders bei Fischen),

im Embryo und Kinde besonders hervor, während sie im ausgebildeten Menschen den andern beiden Gehirnmassen bedeutend nachsteht.

c. **Hintere Hirnmasse**, umgeben vom Hinterhauptwirbel *(os occipitis)*, besteht im kleinen Gehirne und ist Organ des Thuns und Triebes (insbesondere auch des Geschlechtstriebes), Centrum für das Wollen, Begehren und Fortpflanzen (Sitz der *anima activa* und *appetitiva*); zugleich auch Focus für die Gehörsempfindung. Sie fasst die Primitivfasern der Muskel- und Geschlechtsnerven in sich.

Wie also die Grundrichtungen der Seele, die wesentlichen Aeusserungen alles Seelenlebens Erkennen, Fühlen und Wollen sind, so sind jene 3 Hirnmassen die 3 wesentlichen Theile des Hirnbaues, und diesen 3 Hirnmassen, von denen zugleich die 3 wesentlichsten Sinnesnerven, Riech-, Seh- und Hörnerv, ausgehen, entsprechen nun wieder die 3 wesentlichen Wirbel des Schädelbaues, das Vorder-, Mittel- und Hinterhaupt. Da nun die stärkere oder schwächere Entwickelung der Schädelwirbel stets parallel geht mit der stärkern oder schwächern Entwickelung der in ihnen gelegenen Hirnmasse, so müssen auch die Verhältnisse, nach denen die 3 Schädelwirbel bei einem Individuum entwickelt sind, nothwendig für die Erkenntniss des psychischen Lebens desselben von Bedeutung sein. In dem Kopfbaue wird sich aber nur insbesondere erkennen lassen, in welchem Verhältnisse die 3 Grundrichtungen der Seele in der Anlage vorhanden sind, und es ist also immer möglich, dass zuweilen ein Individuum mit einer organisch gering ausgebildeten Region der Intelligenz durch besondere Thätigkeit und sorgfältige Ausbildung auf eine intelligentere Weise geistig entwickelt werden kann, als Mancher, der mit einer bessern Anlage von Natur versehen war; allein eine wahrhaft bedeutende intelligente Entwickelung (Genius) wird nie anders hervortreten, als da, wo auch die organische Bildung die Anlage gewährt hat. Eben dasselbe gilt von den übrigen Regionen des Kopfes. Möglich ist es ausserdem auch noch, dass die gesammte Gestalt des Schädels durch äussere Einwirkungen modificirt werden kann, ohne dass dadurch das psychische Leben des, dann allerdings in seiner Gestaltung ebenfalls veränderten, aber in seiner Masse nicht verringerten, Gehirns beeinträchtigt sein müsse, da ja dadurch die Ausbreitung der Primitivfasern nicht beschränkt wird. — Eine besondere Entwickelung des Vorderhauptwirbels (wie dies beim Manne mehr als bei der Frau der Fall ist) muss grössere Intelligenz, eine verhältnissmässig stärkere Entwickelung des Mittelhauptwirbels (wie dies bei der Frau vorkommt), Vorherrschen des Gemüthslebens, eine bedeutende Ausbildung des Hinterhaupts (die mehr beim Manne, als bei der Frau stattfindet) einen kräftigen Willen und energische Triebe andeuten, so wie starke Entwickelung des Hinterhauptes nach unten starkes geschlechtliches Begehren anzeigen wird. Dagegen wird eine dürftige Entwickelung dieser Wirbel beim vordern eine Schwäche des Erkennens, beim mittlern eine bis zur Apathie steigende Gemüthlosigkeit, beim hintern eine bis zur Willenlosigkeit steigende Schwäche des Begehrens und Wollens (z. B. bei Cretins) andeuten. Zu berücksichtigen ist aber noch, dass im ausgebildeten Menschen die vordere Hirn- oder Hemisphären-Masse über die andern beiden Hirnmassen sich ausdehnt und in sich selbst eine neue Dreitheilung zeigend, den grössten Theil der beiden übrigen Schädelwirbel mit ausfüllt, so dass man sagen kann: α) die Entwickelung der Hemisphärenmasse innerhalb des Vorderhauptwirbels ist das Symbol des Grades eines zum Bewusstsein gesteigerten Erkennens; β) die Entwickelung der Hemisphären oberhalb der mittlern Hirnmasse, innerhalb des Mittelhauptwirbels, ist das Symbol der zum bewussten Gemüthsleben gesteigerten dunklen Erfühlungen und Gegenwirkungen; und γ) die Entwickelung der Hemisphären oberhalb des kleinen Gehirns, innerhalb des Hinterhauptwirbels ist das Symbol der zum bewussten Begehren und Wollen gesteigerten Willkühr- und Instinctäusserungen.

Nach dem Gesagten werden wir also die geistige Individualität irgend einer Person, ob in ihr die Schärfe des Erkennens, oder die Seite des Gemüthslebens, oder die Heftigkeit des Begehrens und die Energie des Willens ursprünglich vorherrschend ist, zu prüfen im Stande sein, je nachdem wir die verschiedene Entwickelung der einzelnen Wirbelgegenden des Schädels zu einander, zur Grösse des gesammten Hauptes und zur Grösse des Körpers überhaupt vergleichen. Auf diese Weise gewahren wir schon einen Gegensatz des weiblichen Geschlechts zum männlichen. Das Weib zeichnet sich nämlich durch ein gemässigtes Vorwalten des vegetativen Lebens und, im psychischen, der Gemüthsregion entschieden aus, und völlig damit übereinstimmend wird man finden, dass jeder regelmässige Frauenkopf durch geringere Entwickelung der Vorder- und Hinterhauptsregion gegen das Mittelhaupt sich charakterisirt, während beim Manne der Vorderhauptwirbel mehr entwickelt ist. Eben so ist der Unterschied der verschiedenen Menschenraçen (s. S. 97, 113) sehr bestimmt durch die Schädelform charakterisirt und man kann im Allgemeinen sagen, dass bei den Tagvölkern (Kaukasier) das Vorderhaupt, bei den Nachtvölkern (Aethiopier) das Hinterhaupt, und bei den östlichen und westlichen Dämmerungsvölkern (Mongolen, Malayen und Amerikanern) das Mittelhaupt vorherrschend entwickelt ist. — Um die Maasse der Höhe und Breite der einzelnen Schädelwirbel ganz genau zu nehmen, würden 3 durch diese Wirbel gehende Querschnitte des Schädels nöthig sein. Da dies nun bei lebenden Personen unmöglich ist, so nimmt man hier die Maasse am besten mit einem Tasterzirkel, dessen Enden mit runden Knöpfchen versehen sind. So: erhält man 1) die **Breite** *a)* des Vorderhaupts, indem man beiderseits gegen die Kranznaht hin misst; *b)* des Mittelhauptes, in der Entfernung der beiden Scheitelbeinhöcker; *c)* des Hinterhaupts, an den beiden untern Enden der Lambdanaht und den Zitzenfortsätzen. 2) Die **Höhe** findet man, wenn man den Zirkel in den äussern knöchernen Gehörgang setzt und nun *a)* bis zur Mitte der stärksten Wölbung der Stirn, *b)* bis gegen die stärkste Wölbung des Scheitels in der Pfeilnaht, und *c)* bis gegen die stärkste Wölbung des Hinterhauptsbeines misst. 3) Die **Länge** ergibt sich durch Messen *a)* von der Nasenwurzel bis zum Anfang der Pfeilnaht, *b)* der ganzen Pfeilnaht, und *c)* von der höchsten Mitte der Lambdanaht bis zum Hinterrande des *foramen magnum*. Auf diese Weise kann man sehr leicht durch 6 oder 9 Zahlen von der wesentlichen Form und Grösse eines jeden Schädels ein genaues, scharf bestimmtes Bild geben. *Carus* gibt von folgenden Personen folgende Maasse (nach pariser Zollen) an:

	Vorderhaupt:			Mittelhaupt:			Hinterhaupt:		
	Höhe.	Breite.	Länge.	Höhe.	Breite.	Länge.	Höhe.	Breite.	Länge.
1) Eine Blödsinnige	3″ 3‴	3″ 3‴	3″	3″ 11‴	3″ 9‴	—	2″ 8‴	2″ 11‴	—
2) Negersklave . . .	4″ 6‴	3″ 10‴	4″ 2‴	4″ 7‴	4″ 6‴	4″ 2‴	4″	3″ 2‴	3″ 5‴
3) *Napoleon*	5″ 8‴	5″ 5‴	5″ 9‴	5″ 11‴	5″ 8‴	—	—	—	—
4) *Schiller*	5″	4″ 8‴	4″ 8‴	5″ 4‴	5″ 10‴	4″ 8‴	3″ 7‴	4″	3″ 7‴
5) *Talleyrand*	5″ 5‴	4″ 9‴	4″ 3‴	5″ 8‴	5″ 7‴	4″ 6‴	4″ 11‴	4″	—

(Das Ausführlichere findet man in folgender Schrift: Grundzüge einer neuen und wissenschaftlich begründeten *Cranioscopie;* von Dr. *Carl Gustav Carus* 1841.)

Hagen versuchte, um die Zersplitterung des Geistes in eine Summe einzelner Kräfte zu vermeiden und die Einheit des Geistes nicht aufzugeben, auf anderm Wege eine Erklärung des Verhältnisses zwischen Schädelform und geistiger Constitution aufzustellen. Die Hauptsätze, welche als Grundlage von *Hagen's* Cranioscopie gelten können, sind folgende: 1) der körperlichen Bildung muss überhaupt etwas Analoges im Psychischen entsprechen, und da das Knochengerüste, die Grundlage der ganzen Physiognomie, des ganzen Habitus des Menschen, das Constante derselben ist, so muss auch dem Schädelbaue dasjenige im Psychischen entsprechen, was diesem seinen beständigen, sich stets gleich bleibenden, von der Willkühr und der Ausbildung der Geisteskräfte unabhängigen Charakter verleiht, und das ist die Art, das

Naturell eines Menschen. 2) Die Grösse des Schädels steht im Allgemeinen in Harmonie mit der natürlichen Ausbildungsstufe sämmtlicher Seelenkräfte des Individuums, bei welchem Verhältniss es aber auf das des Gehirntheiles des Schädels zum Gesichtstheil ankommt; und dieses wird sowohl durch die Länge als durch die Breite, und vorzüglich durch die Höhe bestimmt. 3) Ist das gehörige Verhältniss zum Gesichtstheil gegeben, so steigt die Vollkommenheit und Schönheit eines Schädels, je mehr die Profilform des über der Grundlinie befindlichen Schädeltheils sich einem Halbkreis nähert, und derjenige Schädel ist der schönste, bei welchem dieser Schädeltheil einen regelmässigen Halbkreis bildet. Ein solcher Schädel ist das Symbol des harmonischen Gleichmaasses aller natürlichen Richtungen und Neigungen. 4) Abweichungen von dieser regelmässigen Gestalt deuten auf eine psychische Einseitigkeit, und die wichtigsten Abweichungen sind die, bei denen eine oder zwei der drei Dimensionen, Länge, Breite oder Höhe, vorschlagen; diese Einseitigkeit trifft aber nicht einzelne Seelenkräfte, sondern die ganze Gesammteigenthümlichkeit (Naturell, Sinnesart) der Seele. 5) Die vorherrschende Länge des Schädels drückt ein Streben nach Veränderung (ein Leben für die Zukunft) aus; die vorherrschende Breite des Schädels symbolisirt das Anhalten bei jedem Schritte vorwärts um das Gewonnene zu verarbeiten, wobei ein Festhalten am Vergangenen besonders hervortritt; die vorherrschende Höhe des Schädels charakterisirt die grössere Energie mit Festhalten an dem Gegebenen; ein solcher Mensch ist für die Gegenwart geschaffen. [*Hagen's* Methode, den Schädel zu messen, ist folgende: er denkt sich auf der Ebene der *basis cranii* und des kleinen Hirnzeltes, welche von aussen durch eine Linie angegeben wird, die von der *glabella* ausgehend über die beiden Augenbrauen und die höchste Wölbung in der Mitte der Schläfenbeinschuppe nach hinten zusammenläuft, einen Bogen senkrecht stehend, der den äussern Contouren des Schädels im Profil folgt. Von der Mitte der Linie aus, welche die Hälfte der horizontalen Ebene begränzt und die im Innern dem hintern Rande des Türkensattels entspricht, wird der Ausgangspunkt der Messung genommen und von da aus bestimmt, wie weit sich die das Profil im Schattenriss gleichsam begränzende Bogenlinie einem Halbkreis nähert oder nicht.]

Retzius, welcher nach der Schädel- und Gesichtsform die Menschenraçen in brachy- und dolichocephalische, ortho- und prognathische eintheilt (s. S. 113), schreibt den Orthognathen die bessern Geistesfähigkeiten zu. Uebrigens scheint es, als ob die Ausbildung der hintern Lappen des grossen Gehirns auf die Entwickelung der Geisteskräfte mehr Einfluss ausübte als die der vordern Lappen. Es entstehen beim Menschen auch die vordern Hirnlappen zuerst, dann die mittlern und zuletzt die hintern; es fehlen ferner die letzteren bei den meisten Säugethieren, bei den Vögeln, Amphibien und Fischen.

[Weiteres s. später bei der Physiologie des Gehirns.]

Vergleichende Anatomie des Kopfes. Die grosse Verschiedenheit in der Form des Thierschädels sowie in den Proportionen der Gesichts- und Schädellänge, findet ihren Grund in rein mechanischen Verhältnissen und scheint durchaus nicht mit den psychischen Fähigkeiten des Thieres im Zusammenhange zu stehen. Denn die ganze Form des Schädels richtet sich nach der Haltung und nach der Grösse des Unterkiefers und ist stets so berechnet, dass das Gleichgewicht des Kopfes möglichst gewahrt werde. Auch sehen wir bei ganz verschiedenem Naturell der Thiere gleiche Formen des Schädels und finden dagegen bei gleichem Naturell häufig sehr verschiedene Formen. Dasselbe ist aber auch bei dem Menschen der Fall.

Bei den Vierfüsslern ist das Gehirn klein, der Unterkiefer gross, und darum muss dieser nach vorn lange Hebel balancirt werden durch ein

Zurücktreten an der Stirn, Erweitern des Schädels in der Schläfengegend, und Verlängern nach hinten. Die **Fleischfresser** haben einen vorwiegend in der Breite entwickelten Schädel, ebenso wie der friedfertige Biber; beide besitzen starke und schwere Kinnladen, kräftige Schläfemuskel, und dem schweren Gesichte entsprechen die stark ausgebildeten Knochenleisten nach hinten. Bei den **Wiederkäuern**, deren schwache Schläfemuskel keine entwickelte Scheitelknochenleiste nöthig machten, stehen Hinterhauptsleiste und Stirnhöhle immer im umgekehrten Verhältnisse zum grossen Gehirn und im gleichen zum Gesicht. Bei den **Affen** werden die Kinnladen kleiner, entsprechend auch die Leisten am Schädel, und beim **Menschen**, welcher das kleinste Gesicht und das grösste Gehirn hat, tritt die Kugelform am reinsten hervor, weil dadurch diejenige Massenvertheilung möglich wird, welche der Aequilibrirung des Kopfes am günstigsten ist; wo bei ihm der Unterkiefer mehr hervortritt, da verlängert sich zugleich auch der Schädel nach hinten. Beim Neger mit grosser Kinnlade tritt die Stirn zurück, sein Kopf ist mehr lang und schmal; beim Europäer ist die Stirn erhabener, der Kopf höher und breiter, am meisten kugelförmig, weil die Kinnlade klein ist; bei Malayen und Mongolen sind die Schläfegegenden schon breiter, weil der Unterkiefer mehr entwickelt und schwerer ist.

a) Bei den **Säugethieren** stimmt der Schädel in Bezug auf Zahl und Anordnung seiner einzelnen Knochen in allen Punkten mit dem menschlichen überein, nur liegt das *foramen magnum* weiter nach hinten und steht mehr oder weniger senkrecht. Der Quadratknochen (Gelenkstück des Schläfenbeins), welcher den übrigen Wirbelthieren zukommt, fehlt; die Nähte bleiben in der Regel das ganze Leben hindurch sichtbar; das Stirnbein enthält manchmal solide oder mit den Stirnhöhlen zusammenhängende Auswüchse (für Hörner); das Schläfenbein hat eine mit dem Felsentheile öfters nur durch Naht oder Bandmasse verbundene Pauke *(os tympanicum)*; zwischen die beiden Scheitelbeine und das Hinterhauptsbein legt sich bei vielen Säugethieren das Zwickelbein *(os interparietale)* ein; das Thränenbein fehlt bei manchen (beim Seehunde und Wallrosse), ebenso das Jochbein (bei Manis); das Zwischenkieferbein *(os incisivum s. intermaxillare)*, was dem Menschen fehlt, kommt allen Säugethieren zu und ist entweder zahnlos (bei den Wiederkäuern) oder trägt die Schneidezähne (bei Nagern, Elephanten); der Unterkiefer bleibt bei vielen Säugethieren (mit Ausnahme der Affen, Fledermäuse, Einhufer und Pachydermen) in seinen Hälften getrennt und durch Faserknorpel verbunden, nur beim Menschen ist der untere Rand am Kinne nach vorne aufwärts gekrümmt. Am nächsten steht der Schädel des Schimpanses dem menschlichen und bei Mikrocephalie (Blödsinn) gleicht auch der Menschenschädel dem des Schimpanses. Die unterscheidenden osteologischen Merkmale sind: es bleiben ansehnliche Zwischenräume zwischen den Eck- und Schneidezähnen am Oberkiefer und zwischen den Eck- und Backzähnen am Unterkiefer; die ursprüngliche Entwickelung des Zwischenkiefers ist viel ansehnlicher, daher die *foramina incisiva* entfernter von den Schneidezähnen stehen; das *foramen magnum* liegt viel weiter nach hinten und ist mehr schief, die Condylen sind kleiner, das Felsenbein und die Kiefer sind viel stärker entwickelt, die Nasenbeine sind flach und verschmolzen, der Warzen- und Griffelfortsatz sowie die *crista galli* fehlen. — *b)* Der **Schädel der Vögel** hat das Eigenthümliche, dass sich die einzelnen Knochen sehr frühzeitig vereinigen und die Nähte völlig verschwinden. Das Schläfenbein besteht aus dem Schädelstücke (mit Felsen-, Schuppen- und Zitzentheil) und aus dem Gelenkstücke oder dem bei den Säugethieren fehlenden Quadratbeine (Pauke), welches sich unten mit dem Unterkiefer, unten und aussen mit dem Jochbeine, unten und hinten mit dem untern Flügel des Keilbeins einlenkt und oben mit dem Schädel durch einen Gelenkkopf articulirt. Das unpaare Zwischenkieferbein bildet den Haupttheil des Oberschnabels; der Unterkiefer besteht aus einem unpaaren vordern und fünf paarigen hinteren Stücken, wie bei den Amphibien; statt des Gelenkfortsatzes findet sich, wie bei allen unter den Säugethieren stehenden Wirbelthieren, eine mit dem Quadratbeine articulirende Gelenkpfanne, welche nach innen und oben eine Art Kronenfortsatz und nach hinten öfters einen langen Fortsatz hat. Merkwürdig ist, dass bei den Vögeln das ganze Oberkiefergerüste (Oberschnabel) in der Regel eine geringe, zuweilen selbst beträchtliche Bewegung nach oben und vorne gestattet, welche durch die hinten beweglich verbundenen Gaumen-, Flügel-, Joch- und Quadratbeine bewerkstelligt wird. — *c)* Die **Amphibien** haben ebenfalls das Quadrat- und Zwischenkieferbein; die beschuppten Amphibien zeichnen sich in ihrem Schädelbaue durch stärkere Ossification aus, denn Vieles, was bei den nackten Amphibien nur häutig ist, verknöchert bei den beschuppten. Manche der letztern (Ophidier und Saurier) besitzen einen eigenthümlichen, schmalen, langen, stabförmigen Knochen, der auf jeder Seite wie eine kleine Säule auf dem untern Keilbeinflügel senkrecht aufsteht und oben das Scheitelbein trägt, das auf demselben wie auf einem Pfeiler aufliegt (d. i. die Columella, *os tympanicum s. suspensorium*). Der Zwischenkiefer ist in der Regel klein, unpaar bei den Ophidiern und Sauriern, paarig bei den Cheloniern und Krokodilen. — *d)* Die **Kopfknochen der Knochenfische** lassen sich grossentheils mit denen der höhern Wirbelthiere und selbst des Menschen vergleichen, das Quadratbein besteht aus mehrern (2 bis 5) Stücken und verbindet sich mit dem Vorkiemendeckel *(praeoperculum)*; der Zwischenkiefer ist meist paarig und zahntragend; der Unterkiefer besteht auf jeder Seite immer wenigstens aus 2 Stücken (Zahn- und Gelenkstück), bisweilen auch aus 3 oder

4 Stücken (noch aus dem Eck- oder Winkelstück und Ausfüllungsstück). Auch bei manchen Knorpelfischen ist der Schädel stellenweise verknöchert.

Schädel, *cranium.*

Der Schädel oder die Hirnschale, das knöcherne Gehäuse für das Gehirn, stellt eine an den Seiten abgeplattete, nach rückwärts ausgebuchtete und an der Basis unregelmässige ovale, mit Löchern für die Hirnnerven und Gefässe versehene Knochenkapsel dar, welche etwa 2 Drittel des ganzen Kopfes beträgt, und als eine Erweiterung des Rückgrathkanales, mit dem sie durch das *foramen magnum* zusammenhängt, anzusehen ist. Man bezeichnet am Schädel: das Dach oder Gewölbe (s. Bd. I. S. 54) und den Grund (Basis), mit der vordern, mittlern und hintern Schädelgrube (s. Bd. I. S. 53, 55), sowie die Stirn-, Scheitel-, Hinterhaupts- und Schläfegegend (s. Bd. I. S. 6).

Das Schädeldach, mit stark convexer Oberfläche, ist weit fester in seiner Wand (besonders stark an der Basis des Stirnbeins, dem Hinterhauptshöcker und Zitzentheile, am dünnsten an der Schuppe und den untern Hinterhauptsgruben), als die von Muskeln und andern Weichtheilen geschützte Basis. Die letztere soll bei angebornem Hydrocephalus und Rhachitis stärker in die Schädelhöhle hereingedrückt sein. — Fast niemals sind beide Hälften der Hirnschale symmetrisch, gewöhnlich ist die linke weiter (s. S. 109); manchmal ist die Basis auf ähnliche Weise wie die Wirbelsäule seitlich verkrümmt (scoliotisch); stärkere Asymmetrie des Schädels (bisweilen bei Irren), mit und ohne ungleichförmige Verdickung der Knochenwand, wird nicht selten durch gewisse krankhafte Bedingungen hervorgerufen, wie durch frühzeitiges Verwachsen der Nähte nur auf einer Seite, durch gestörte Entwickelung der einen Hälfte in Folge von Knochenkrankheiten und grösseren Narben, durch Verlust eines Augapfels und Einsinken der Orbita, durch Unentwickeltsein und gehemmtes Wachsthum einzelner Hirnabschnitte. — Der gerade Schädeldurchmesser (von der *glabella* bis zur *spina occipitalis externa*) verhält sich zum queren (von der Mitte einer Schuppe zur andern) etwa wie 5″ : 4″ 5‴; der senkrechte Durchmesser (von der Mitte der Pfeilnaht zum vordern Umfange des *foramen magnum*) ist um 2 bis 3‴ kleiner als der quere. Es folgt hieraus, dass der Schädel an der Vereinigungsstelle seines hintern Drittels mit dem mittlern am geräumigsten ist. — Die Form und Grösse des Schädels ist, wie schon angeführt wurde, verschieden, in den verschiedenen Lebensaltern (s. S. 109 u. 182), bei den verschiedenen Geschlechtern (s. S. 110 u. 288) und Nationen (s. S. 97, 112 u. 286), in Folge von Krankheiten, Moden und Beschäftigung (s. S. 287). In der Normandie, wo die Ammen die Gewohnheit haben, die Köpfe der Neugebornen zirkelförmig zusammenzudrücken, hat *Foville* und *Delaye* bemerkt, dass daher rührende Schädelmissbildungen bei sehr vielen Irren vorkommen. — Nähte und Nahtknorpel vereinigen die Schädelknochen (*os frontis, occipitale, sphenoideum, ethmoideum, ossa parietalia* und *temporalia*) unter einander; die Nahtknorpel sind die Reste von der Knorpelkapsel, welche den Schädel im frühen Fötusalter bildet und das Wachsthum des Schädels möglich macht (s. S. 286). Es hängt das Pericranium fester mit den Nahtknorpeln zusammen als mit den Knochen, weshalb auch unter das Pericranium ausgetretenes Blut (beim Kephalaematom, Kopfblutgeschwulst der Neugebornen) nicht über eine Naht hinweg auf den benachbarten Knochen tritt. Die Nähte (s. Bd. I. S. 50) — deren zackige Beschaffenheit sich erst im 3. Lebensjahre entwickelt (während sie vorher wellenförmig gebogene Commissuren sind) und deren Verknöcherung etwa mit dem 20. Jahre (zuerst an der innern Schädelfläche und an der Pfeilnaht mit Abnahme der zackigen Strahlen) beginnt und spätestens im 35. bis 40. Jahre vollkommen ist — sollen, wie

allgemein angenommen wird, die Fracturen und Fissuren am Schädel aufhalten können, allein dies ist nicht der Fall und wenn nach dem Verschwinden der Nähte Fissuren eine grössere Ausdehnung erlangen, so liegt der Grund davon in der grössern Brüchigkeit der Knochen im Alter. Wohl machen aber die Nähte das Wachsthum des Schädels (Gehirns) möglich und erlauben eine Verkleinerung des Kindeskopfes bei der Geburt, doch ist diese äusserst unbedeutend im Querdurchmesser (höchstens 3‴), selbst bei Anwendung der Zange, und zwar deshalb, weil der Knorpel der Pfeilnaht nur selten so viel Breite hat, um den Scheitelbeinrändern zu erlauben, sich über einander zu schieben. Dagegen ist eine etwas bedeutendere Verkleinerung des Schädels im Längendurchmesser (von 4‴—8‴) darum möglich, weil sich das Stirn- und Hinterhauptsbein etwas unter die Scheitelbeine schieben. Obschon die Nähte so angeordnet sind, dass sie sowohl directen Eindrücken des Schädels, als auch der Verschiebung widerstehen, so schliessen sie doch nicht so fest, dass nicht durch rasch sich steigernde Hirnvergrösserung und Hydrocephalus, sowie durch mechanische Verletzungen eine Trennung derselben (Diastase) zu Stande käme, was im letztern Falle aber nach Einigen stets nur bei gleichzeitiger Fractur möglich sein soll. Vorzeitige Schliessung der Nähte muss, da hierdurch das Schädelwachsthum gehemmt wird, die gehörige Entwickelung des Gehirns verhindern; einseitiges Schliessen der Nähte bei noch bestehendem Wachsthum des Schädels erzeugt Verkrümmung (Scoliose) desselben. Die Dicke der Nähte ist nach Einigen grösser, nach Andern geringer als jene der Knochen selbst, gewöhnlich zeigt aber dieselbe Naht ihrer Ausdehnung nach nicht gleiche Dicke. Ebenso variirt die Dicke der Knochen an verschiedenen Stellen des Schädels und bei verschiedenen Individuen und Altern (zwischen 1‴ und 7‴). — Beim Fötus und stellenweise auch noch einige Zeit nach der Geburt sind einige Schädelknochen an ihren Winkeln durch knorpelig-häutige Zwischenräume (d. s. die Fontanellen; s. Bd. I. S. 52) von einander getrennt. Die Vorderhauptsfontanelle *(fonticulus quadrangularis)* verknöchert gewöhnlich erst im 2. Lebensjahre, bei grossen Köpfen etwas später als bei kleinern; beim Wasserkopfe erstreckt sie sich weit gegen die Nasenwurzel herab und theilt das Stirnbein in 2 seitliche, stark hervorragende Portionen (Doppelstirn). Tödtung mittels Einstechens einer Nadel in diese Fontanelle ist vorgekommen, ebenso mittels Druckes auf dieselbe durch geburtshülfliche Instrumente; sie bietet den besten Punkt zur Enthirnung des Fötus. Die dreieckige oder Hinterhauptsfontanelle, sowie die Seitenfontanellen sind im reifen Kinde nicht mehr offen. Vorhandensein von Fontanellen bei Erwachsenen gehört zu den grössten Seltenheiten; übrigens hätte dies durchaus keinen Einfluss auf das Entstehen von Hirnbrüchen (denn diese treten durch angeborne Spalten am Hinterhaupte). Abnorme oder falsche Fontanelle bilden sich dadurch, dass ein Schädelknochen von mehr Ossificationspunkten aus sich entwickelt, als gewöhnlich (z. B. beim embryonalen Hydrocephalus), wo dann bisweilen mitten in einem solchen Knochen (besonders im Scheitel- und Hinterhauptsbeine), oder aber in der Nahtrichtung (vorzugsweise in der Pfeilnaht) eine falsche Fontanelle und später eine abnorme Naht (z. B. die quere Hinterhauptsnaht), die leicht mit einer Fissur verwechselt werden könnte, entsteht. — Die Zwickelbeine (Zwischen- oder Nahtknochen, Nahtdoppler, *ossicula Wormiana s. suturarum*), welche ihr Entstehen der Bildung besonderer Knochenkerne im Knorpel in einer Nahtgegend verdanken und meistens symmetrisch gestellt sind, finden sich vorzugsweise in der Pfeilnaht (besonders bei Hirnhypertrophie und Hydrocephalie); sie bestehen entweder aus 2 compacten Tafeln mit Diploë, oder gehören blos einer Tafel (meistens der äussern) an. Bilden sie sich in einer Fontanelle (gewöhnlich in der viereckigen), dann heissen sie auch Fontanellknochen; der Knochen der Vorderhauptsfontanelle wurde auch *ossiculum antepilepticum s. interfrontale*, der der Hinterhauptsfontanelle *ossiculum interparietale* genannt; letzterer bildet die Spitze der Hinterhauptsschuppe und ist bei gewissen Stämmen der Ureinwohner von

Peru, bei vielen Nagern, Wiederkäuern und Fledermäusen ein constanter Knochen. Manchmal ragen die Nahtknochen widernatürlich über die Oberfläche des Schädels hervor (besonders in der Lambdanaht) oder liegen tiefer als die übrigen Knochen, und sind deshalb mit Exostosen oder Eindrücken zu verwechseln.

Die **Schädelknochen** bestehen aus einer äussern und innern Tafel compacter Substanz, zwischen welchen sich eine stärkere oder schwächere Schicht von Zellensubstanz (Diploë) befindet. Die **äussere Tafel** ist mit der Beinhaut *(pericranium)* bekleidet, welche die Gefässe der Knochen trägt und an den Nähten fester als an den übrigen Stellen anhängt (weil hier sehnige Fortsätze derselben in den Nahtknorpel eindringen, aber nicht etwa Blutgefässe von aussen nach innen oder umgekehrt hindurchdringen). Die äussere Tafel ist nicht überall gleich dick, sie wird um so dicker, je näher sie dem Scheitel, und um so dünner, je näher der Basis sie liegt. Die **innere Tafel**, wegen ihrer grössern Dünnheit, Härte und Sprödigkeit (in Folge von Armuth an Knochenknorpel) auch Glastafel *(tabula vitrea)* genannt, ist mit der harten Hirnhaut (das *periosteum internum* der Schädelknochen bildend) verbunden und an ihrer innern Oberfläche von den *impressiones digitatae*, *juga cerebralia*, *sulci venosi* (für die Blutleiter der *dura mater*), *sulci arteriosi* (für die *artt. meningeae*), und *foveae glandulares Pacchioni* (für pathologische Producte) uneben, so dass also die beiden Tafeln nicht durchaus parallel sind. Die **Diploë** besteht aus vielen, meistens gleichförmigen, unter einander zusammenhängenden Zellen, welche ein sehr flüssiges, von vielen Blutgefässen durchzogenes Mark enthalten, und aus grössern, baumförmig verzweigten Kanälen *(canales diploici)*, die durch das Zusammentreten kleinerer aus den Zellen entspringender gebildet werden und sich theils an der äussern, theils an der innern Oberfläche des Schädels öffnen. Gewöhnlich existiren 8 solcher Kanäle, zwei an der Stirn, zwei an jeder Seite und zwei am Hinterhaupte; doch ist ihr Vorkommen nicht beständig, es fehlt oft der eine oder andere, oder mehrere. Ihre Richtung ist im Allgemeinen vom Scheitel nach abwärts, so dass sie nach unten an Weite zunehmen. Die **Arterien** der Schädelknochen treten entweder als grössere Aestchen an mehr oder weniger bestimmten Stellen durch besondere grössere Oeffnungen, die ausserdem aber auch noch Nerven und Venen zum Durchgange dienen können, direct in die Diploë ein, oder sie verbreiten sich erst auf dem Pericranium und harten Hirnhaut und dringen als feine Gefässchen durch kleine Oeffnungen an der äussern und innern Oberfläche der Knochen ins Innere derselben. Die **Venen**, vorzugsweise in der Diploë (*vv. diploicae;* s. Bd. I. S. 420), überwiegen an Zahl und Grösse bei weitem die Arterien und hängen mit dem venösen Kopfhautgeflechte zusammen; die *emissaria Santorini* (s. Bd. I. S. 475), welche die äussern Schädelvenen mit den Blutleitern in Verbindung setzen, treten durch das *foramen coecum*, *parietale*, *mastoideum*, *condyloideum posterius*. — In der **Stirngegend** enthält der Knochen die mit der Nasenhöhle communicirenden *sinus frontales* (Bd. I. S. 37), welche durch eine Scheidewand, die selten symmetrisch steht, in 2 ungleiche Hälften geschieden, bei Plattnasigen und jungen Personen klein, bei Greisen grösser, übrigens von sehr verschiedener Ausdehnung sind. In der **Hinterhauptsgegend** findet man bei kleinen Kindern die Knochen häufig sehr dünn und weich, vielleicht in Folge des anhaltenden Druckes vom Gehirn, wegen des beständigen Liegens des Kindes auf dem Hinterkopfe.

Abnormitäten des Schädels. — Die **Missbildungen**, welche am Schädel vorkommen, sind: mangelhafte Ausbildung desselben (Para-, Hemi- und Mikrocephalie), Verschmelzung der Orbitae (Cyclopie), Spaltbildung (Schistocephalie) meistens am Hinterhaupte und oft mit Hirnbruch (Encephalocele) und Hydrencephalocele; überzählige Theile (einzelne Knochen, doppelter Schädel). — **Grösseabweichungen** des Schädels bestehen in abnormer Kleinheit oder Grösse desselben. Die regelwidrige **Kleinheit**, entweder absolute bei Idiotismus oder relative des ganzen Schädels oder nur einzelner Partieen, ist verbunden mit Mangel, Unentwickeltsein oder Verkümmerung des Gehirns, und entweder angeboren oder erworben (durch Schrumpfen des Gehirns, Einsinken der Orbita, gehemmte Entwickelung des Schädels in Folge von Knochenkrankheiten, zu frühzeitiges Verwachsen der Nähte). Regelwidrige **Grösse**, gewöhnlich gleichförmig und

symmetrisch, angeboren und Folge von Hypertrophie des Gehirns oder Hydrocephalie. Häufig findet dabei ein Auseinanderweichen der Nähte (Diastase) statt, zumal wenn jene Zustände sehr rasch entstanden. Partielle Vergrösserung, besonders elfenbeinartige Exostose, kommt häufiger noch als die totale vor. — Regelwidrige Dicke oder Dünne der Schädelwand. Die erstere ist häufig mit gleichzeitiger Verdichtung (Sclerose) und vorgängiger Auflockerung des Knochengewebes, oder mit Osteophytbildung an der äussern oder innern Oberfläche verbunden. Bei Schwangern findet sich an der innern Schädelfläche, vorzugsweise längs der Nähte und *sulci arteriosi*, ein sammtähnlich-villöses (das sogen. puerperale oder Schwangerschafts-) Osteophyt. Die Verdünnung des Schädels ist entweder eine Altersveränderung oder durch Druck (von hypertrophischem oder wassersüchtigem Gehirn, Krebs der harten Hirnhaut, Hirntuberkel, Pacchionischen Exsudaten) erzeugt. — Bedeutendere Gestaltsveränderungen des Schädels haben, abgesehen von den Missbildungen, meistens einen hydrocephalischen oder scoliotischen Habitus. Die Scoliose, Schiefheit des Schädels, durch Verschiebung der beiden Schädelhälften im Längen- oder senkrechten Durchmesser, ist, wenn sie in geringem Grade besteht, normal, da beide Hälften der Hirnschale niemals symmetrisch sind. Die höhern Grade (nicht selten bei Irren) können entstehen: durch frühzeitiges Verwachsen der Nähte nur auf einer Seite; gestörte Entwickelung der einen Hälfte durch Knochenkrankheiten, grössere Narben, Druck; Verlust eines Augapfels und Einsinken der Orbita; durch Unentwickeltsein einzelner Hirnabschnitte. Der hydrocephalische Habitus, mit auffallend grossem Schädel und sehr kleinem Gesichte, zeigt: unvollkommene Schliessung der Nähte und Fontanellen, Naht- und Fontanellknochen, starkes Hervorwölben und Abwärtsneigen der Stirn-, Schläfen- und Hinterhauptsgegend, wodurch die Augen und Gehörgänge herabgedrückt und verkleinert werden. Tritt vollständige Verknöcherung ein, so geschieht die Verbindung der Knochen durch lange, strahlenförmige Nahtzacken und Zwickelknochen. — Entzündung, Caries und Necrose (s. S. 276), oft bei Syphilitischen und Tuberculösen, beobachtet man am häufigsten am Stirn- und Scheitelbeine, auch Entzündung der *venae diploicae* kommt vor. — Rhachitismus des kindlichen Schädels zeichnet sich durch starke Entwickelung der Tubera, durch kleinzackige, buchtige Nahtränder, beträchtliche Dicke mit gleichzeitiger Succulenz, schwammiger Lockerung, Weichheit und reichlichem Blutgehalte der Knochen aus; er breitet sich auch auf die Schädelbasis aus und die innere Fläche des Schädels hat dabei in Folge der Wulstung der Knochen ihre Eindrücke verloren, ist glatt und eben. Als rhachitische Erweichung sieht man auch den weichen Hinterkopf *(craniotabes)* an, welcher in stellenweisem Schwunde der erdigen Substanz des Hinterhauptsbeines besteht, so dass hier Gruben und Löcher entstehen und der ganze Hinterkopf pappig weich und eindrückbar wird, weshalb beim Liegen darauf in Folge des Druckes auf das Gehirn Krämpfe sich erzeugen. — Eine Blutung aus den Schädelknochen bildet die Kopfblutgeschwulst der Neugebornen *(cephalaematoma, thrombus neonatorum)*, bei welcher sich das Blut unter das Pericranium ergiesst, diese in Gestalt einer fluctuirenden Geschwulst erhebt, doch niemals über eine Sutur hinweggeht (weil hier das Pericranium fest an den Nahtknorpel geheftet ist), und gewöhnlich durch Resorption heilt. — Von Afterbildungen findet sich am Schädel der Krebs *(fungus cranii)* am häufigsten, der sich meistens aus der Diploë entwickelt.

Verletzungen des Schädels ziehen gern Entzündung der Beinhaut mit Eiter- oder Jaucheproduction, Necrose und Exfoliation der äussern Knochentafel nach sich, und heilen nur schwer durch Knochencallus. Doch hat Entblössung einer Partie des Schädels von der Kopfschwarte oder sogar vom Pericranium nicht nothwendig Exfoliation zur Folge. Man hat selbst Fälle gesehen, wo ein oberflächlich abgehauenes Schädelknochenstück, wenn es nur noch in Verbindung mit dem Hautlappen war, glücklich wieder anheilte. — Sprünge und Brüche *(fissurae* und *fracturae)* der Schädelknochen kommen entweder am Orte der Verletzung oder an einer mehr oder weniger entfernten Stelle (durch *Contre-coup*) zu Stande. Die ungleiche Dicke der Schädelknochen erklärt es, warum eine Gewalt, die kleiner ist als die Cohäsion des getroffenen Knochen, wenn sie sich im Schädelgewölbe fortpflanzt, an einer entlegenen dünnern Stelle der Schädelwand Bruch bewirken kann. Deshalb sind denn auch die dünnsten Stellen des Schädels, die Schläfegegend und der Schädelgrund, der gewöhnliche Sitz der Fracturen durch Gegenstoss (Contrafractur). Die innere oder Glastafel der Schädelknochen springt leichter als die äussere und deshalb findet sich nicht selten ein Sprung auf der innern Schädelfläche weit länger als an der äussern, oder die innere Tafel ist gesprungen, während die äussere unverletzt ist. Häufig verbinden sich die Fracturen mit Eindruck des Knochens entweder in die Schädelhöhle hinein (Impression) oder nur der äussern Tafel in die Diploë (Depression). Merkwürdig ist es, dass Schädelfracturen mit Eindruck leichter durch wahren Knochencallus heilen, als einfache Fissuren, ohne Verschiebung und Eindruck. Die Heilung tritt bei letztern spät ein und wird nur durch fibroiden Callus bewerkstelligt, der mit dem Pericranium und der harten Hirnhaut zusammenhängt. Wenn die Schädelknochen noch weich und biegsam sind, wie im kindlichen Alter, so sind Impressionen ohne Fractur, blosse Einknickungen der Schädeldecke, besonders des hintern untern Winkels der Scheitelbeine, möglich; doch sind auch die Fracturen am Schädel der Neugebornen nicht selten.

Gesicht, *facies.*

Die knöcherne Grundlage des Gesichts (s. B. I. S. 7), mit Höhlen für den Seh-, Riech-, Kau- und Geschmacksapparat, stellt eine Art Pyramide mit der Spitze nach unten dar und wird von 14 Knochen (s. Bd. I. S. 56) gebildet, von denen 13 unbeweglich durch Nähte

und Anlagerung mit einander verbunden sind und die obere grössere, mit dem Schädel (durch die Quernaht) zusammenhängende Hälfte bilden, während der 14., der Unterkiefer, allein die untere kleinere Hälfte ausmacht und mit der Hirnschale (dem Schläfenbeine) durch Arthrodie vereinigt ist. Die grosse Mehrzahl dieser Knochen ist paarig *(ossa maxillaria superiora, palatina, zygomatica, nasalia, lacrymalia, turbinata inferiora)*, nur der *vomer* und die *mandibula* sind unpaarig. — Bisweilen werden Kinder geboren, denen die Gesichtsknochen ganz oder theilweise fehlen *(monstra aprosopa, microprosopa)*; ferner solche, bei denen die Knochen der untern Gesichtshälfte verschmolzen sind und der Unterkiefer fehlt *(monotia, agnathus, otocephalus)*; bei welchen das ganze Gesicht oder nur der Gaumen gespalten ist, die mit doppeltem Unterkiefer *(dignathus)* oder sogar mit doppelten Gesichtern *(diprosopus)* versehen sind. Die Form und Grösse des Gesichts, sowie das Verhältniss desselben zum Schädel ist nach Alter, Geschlecht, Raçe u. s. w., wie schon vorher bei der Beschreibung des Kopfes angegeben wurde, verschieden. Seine zum Horizont schiefe Richtung wird durch die *Camper'*sche Gesichtslinie (s. Bd. I. S. 9) gemessen und ist der Entwickelung des Schädels und Gesichts proportional.

Augengegend. In dieser Gegend des Gesichtsskelets findet sich die **Augenhöhle**, *orbita* (s. Bd. I. S. 68), welche einer liegenden hohlen Pyramide von vierseitiger Gestalt gleicht, und den Seh- und Thränenapparat, mit ihren Gefässen und Nerven, birgt. Die **Basis** derselben ist gewöhnlich breiter als hoch, nämlich 16—18‴ breit und 14—16‴ hoch bei Erwachsenen; bei Kindern sind diese Durchmesser nur um 1—2‴ geringer. Von den Rändern der Basis, welche von stärkern Knochenpartieen als die Wände gebildet werden, überragt der obere, besonders starke, den untern bedeutend. Die **obere Wand**, auf welcher die vordern Hirnlappen ruhen, ist sehr dünn, und kann leicht brechen, sowie durch spitzige Instrumente durchbohrt werden; die **untere Wand** ist von hinten nach vorn abschüssig und bildet das Dach der Highmorshöhle; die **äussere Wand** ist beinahe eben und trennt die Augenhöhle von der Schläfengrube; die **innere Wand** ist die dünnste und kürzeste, läuft mit derselben Wand der andern Orbita parallel, und trennt die Augen- von der Nasenhöhle. Die Knochenhaut in der Augenhöhle (Periorbita) hängt nicht sehr fest den Knochen an; sie steht durch das *foramen opticum* und die *fissura orbitalis superior* mit der harten Hirnhaut im Zusammenhange. Durch die genannten Oeffnungen, vorzüglich durch die letztere, können spitzige Körper in das Gehirn eindringen. Bei Atrophie oder nach der Exstirpation des Augapfels wird die Orbita kleiner, was im letztern Falle durch Einsetzen eines Glasauges verhütet werden soll *(Pétrequin)*. Geschwülste und Polypen in den benachbarten Höhlen *(sinus maxillares, ethmoidales, nasales, frontales)* breiten sich nicht selten nach der Augenhöhle hin aus, drücken die Wände derselben ein oder aus einander und beengen den für den Augapfel bestimmten Raum so, dass dieser dislocirt und selbst aus der Augenhöhle herausgetrieben wird *(exophthalmus)*.

Nasengegend. Im Skelete dieser Gegend, welches theils durch Knochen, theils durch Knorpel gebildet wird, befindet sich die in 2 Hälften getrennte Nasenhöhle (s. Bd. I. S. 69), welche von der Riechhaut, die den Geruchsnerven zur Verbreitung dient, ausgekleidet ist. Die **obere Wand** dieser Höhle ist hauptsächlich von der Siebplatte des Siebbeins gebildet; sie fehlt bei Mumienschädeln, weil man beim Einbalsamiren dieselbe durchstiess, um das Gehirn so zu entfernen; sie kann durch Geschwülste von der Nasen-

höhle aus durchbrochen werden. Die äussere Wand ist die grösste, mit den 3 Nasenmuscheln (und den Nasengängen darunter) und den Mündungen der Stirn- und Siebbeinzellen, der Oberkieferhöhle und des Thränenkanales versehen. Die untere Wand ist die dickste, nach hinten abschüssig, und bildet das Dach der Mundhöhle (den harten Gaumen); die innere Wand ist beiden Nasenhöhlen gemeinschaftlich und wird von der Nasenscheidewand gebildet, die selten ganz perpendiculär steht, weshalb auch gewöhnlich die eine Nasenhälfte weiter als die andere ist. — Die knöchernen Nasenwände, zumal das zellige Labyrinth des Siebbeins, werden bisweilen sehr rasch und in grossem Umfange durch ulceröse und necrosirende Processe, besonders syphilitischer und krebsiger Natur, zerstört; wobei die Nasenhöhlen, vorzüglich die Stirn- und Oberkieferhöhle, gern Theil nehmen. Ein Bruch der Nasenknochen kann sich bis zum Siebbein und der Schädelbasis erstrecken und somit tödtliche Folgen haben.

Oberkiefergegend. Die Knochen, welche vorzugsweise den Oberkiefer bilden, sind die beiden *ossa maxillaria superiora*, *zygomatica* und *palatina*. Der Oberkieferknochen (s. Bd. I. S. 56) verbindet sich durch Suturen mit den meisten andern Knochen des Gesichts, und seine Flächen tragen zur Bildung der Augen-, Nasen-, Mund-, Schläfen- und Flügelgaumen-Höhle bei; sein Körper enthält die Highmorshöhle, die sich in den mittlern Nasengang öffnet und wahrscheinlich keinen andern Zweck hat, als dem Kiefer bei seiner ansehnlichen Grösse eine gewisse Leichtigkeit zu geben; der Thränen- und Infraorbital-Kanal gehen durch den Oberkieferknochen hindurch und zwischen seinen Platten befinden sich Gänge für die Gefässe und Nerven der obern Zähne. Die Fortsätze des Oberkieferknochens sind sämmtlich beträchtlich stärker, als die Wände seines Körpers; sie verhindern, wie die Stützpfeiler, das Ausweichen des Knochens, welches bei den grossen Druckgewalten, die er als passives Kauorgan auszuhalten hat, sehr leicht möglich wäre. Die Gaumenfortsätze beider Oberkiefer verhindern das Ausweichen nach innen, durch ihr wechselseitiges Stemmen; der Jochfortsatz hebt durch die Dazwischenlagerung des Jochbeins, welches selbst am Stirnbeine eine kräftige Stütze findet, die Verschiebung nach aussen auf, und verhütet zugleich mit dem Stirnfortsatze das Verdrängtwerden des Kiefers nach vorn und oben. Beim Fötus und oft auch noch beim Neugebornen schieben sich zwischen die Vordertheile beider Oberkiefer noch die zwei Zwischenkieferbeine *(ossa intermaxillaria s. incisiva)*, welche die Schneidezähne tragen, durch ihre Verwachsung mit dem Oberkieferknochen unkenntlich werden, bei Thieren dagegen während des ganzen Lebens vorhanden sind. Auf dem Selbstständigwerden des embryonischen *os incisivum*, welches mit dem zugehörigen Oberkiefer nicht verwächst, beruht die angeborne Spaltung des harten Gaumens (*palatum fissum*, Wolfsrachen), die immer mit einer einfachen oder doppelten Hasenscharte complicirt ist und sich in der Regel eben so wenig, wie die Spaltung der Oberlippe, in der Medianlinie des Gaumengewölbes befindet. Fehlen des *os incisivum* auf beiden Seiten wird die weitklaffende Gaumenspalte in die Mittellinie verlegen. Wolfsrachen und Hasenscharte kommen gewöhnlich mit einander vor, bedingen sich aber nicht wechselseitig, da Wolfsrachen auch ohne Hasenscharte auftritt, doch selten. Bei hohem Grade der Spaltung bleibt dieselbe nicht blos auf den harten Gaumen beschränkt, sondern setzt sich durch die ganze Dicke des Oberkiefers bis in die Augenhöhle, ja selbst in die Schädelhöhle fort. — Die Kieferhöhle, aus welcher nicht selten grosse, das Gesicht auftreibene Geschwülste ihren Ursprung nehmen, lässt sich von allen Alveolis der Backzähne, oder auch von der *fossa maxillaris (s. canina)* aus, wo die Knochenwand am dünnsten ist, anbohren. Bei der Exstirpation des Oberkiefers muss die der Augenhöhlenfläche des Oberkieferbeins lose anhängende Periorbita abgelöst und erhalten werden, um dem Augapfel und seinen Umgebungen ihre Unterlage zu retten.

Unterkiefergegend. Der Knochen dieser Gegend, der hufeisenförmige Unterkieferknochen, *mandibula* (s. Bd. I. S. 65), ist der stärkste

Knochen des Gesichts und besteht aus 2 Theilen von verschiedener Richtung, die sich unter einem Winkel von etwa 120° vereinigen, nämlich aus dem horizontalen, parabolisch gekrümmten Mittelstücke, welches die Zähne trägt, und aus den beiden Aesten, welche bei sehr jungen und sehr alten Individuen eine schräg nach rückwärts gehende Richtung, bei Leuten mittlern Alters eine mehr senkrechte Richtung haben. Das Mittelstück (der Körper) dient auf der vordern Seite den Muskeln der Unterlippe und des Kinns, auf der hintern der Zunge und unten den Muskeln, die zum Zungenbeine gehen, zum Ansatz. Es ist symmetrisch aus zwei in der Mittellinie durch eine Synostose vereinigten Theilen, welche beim Embryo hier getrennt sind, zusammengesetzt, und diese Vereinigungsstelle *(symphysis menti)* oder das Kinnstück ist die stärkste Stelle des Knochens. Der untere Rand des Mittelstückes bildet einen grössern Bogen als der obere oder Alveolarrand, weshalb die äussere Fläche schief nach auf- und einwärts gerichtet ist; nach dem Verluste der Zähne im Alter nimmt diese Schiefheit noch mehr zu, so dass dadurch die Lippen bedeutend nach einwärts gezogen erscheinen und das Kinn vor- und höher steht. Der Zahnhöhlenrand des Unterkiefers beschreibt in seinem vordern Theile einen kleinern Bogen als der Alveolarrand des Oberkiefers, so dass bei geschlossenem Munde die vordern Zähne (Schneide- und Eckzähne) der untern Zahnreihe von denen der obern überragt werden, während die Backzähne auf einander zu liegen kommen. Zuweilen stossen die Schneidezähne auf einander, wodurch das Kauen sehr erschwert wird, oder der Unterkiefer überragt wohl auch den Oberkiefer, wodurch das sogenannte Spitzkinn *(menton de galoche)* gebildet wird. Der Unterkiefer, welcher zum grössten Theile aus compacter Knochensubstanz besteht und die Nerven und Gefässe der Zähne birgt, ist von nur wenig Weichtheilen bedeckt und seine Brüche sind deshalb leicht zu ermitteln. Bei der Fractur des Mittelstückes wird eine bedeutendere Verschiebung durch die Muskeln nach oben nur dann eintreten, wenn die Richtung des Bruches gerade oder schief von innen und oben nach aussen und unten geht, da sich die Hebemuskeln des Kiefers an den Aesten desselben befestigen. Brüche in der untern Hälfte des Astes werden mit keiner Dislocation verbunden sein, da die äussere und innere Fläche des Astes durch Muskelinsertionen bedeckt wird; der abgebrochene Kronenfortsatz wird durch den Temporalmuskel in die Höhe gezogen werden, und bei Bruch des Gelenkfortsatzes wird der *m. pterygoideus externus* den abgebrochenen Hals aus seiner Lage bringen. Eine Verrenkung des Unterkiefers ist nur nach vorn möglich (s. bei Kiefergelenk). Mit glücklichem Erfolge sind Partieen des Unterkiefers, das Mittelstück oder die eine Hälfte, resecirt worden, ja selbst die totale Enucleatio des Unterkiefers soll von *Walther* mit gutem Erfolge gemacht worden sein. — Bei der Fertigung von Streichzündhölzchen werden die Arbeiter in Folge der Einwirkung der Phosphordämpfe von einer Necrose der Kiefer befallen, wobei die Knochen gewöhnlich theilweise verloren gehen oder nicht selten auch ganz und gar sammt den Zähnen sich lostrennen. Durch Necrose exfoliirte Hälften des Kiefers will man sich reproduciren gesehen haben *(Guernery)*, ja *Krimer* will beobachtet haben, dass nach Exstirpation eines Stückes vom Körper des Unterkiefers, sich in dem neugebildeten Knochen sogar Zähne entwickelten. — Gegen sehr heftige und nicht zu beruhigende Zahnschmerzen hat man die Durchschneidung des Zahnnerven bei seinem Eintritte in das *foramen alveolare inferius* unternommen und zu diesem Zwecke die Trepanation des Unterkiefers in der Mitte seines Astes gemacht. Der Unterkiefer fehlt nicht selten als ursprüngliche Bildung ganz und gar, wenn auch der Oberkiefer vorhanden ist; in andern Fällen findet sich nur ein unförmliches Rudiment davon, das bisweilen ausser aller Verbindung mit dem Schädel am Halse liegt. Unter den Krankheiten, welche den Unterkiefer befallen, sind vorzüglich zu nennen: Caries und Necrose, Osteoporose, Osteosarcom und Carcinom.

NB. Ueber die knöcherne Mundhöhle, Schläfen- und Flügelgaumengrube s. Bd. I. S. 71. Das Zungenbein (s. B. I. S. 66), an

welchem man auch Verrenkungen und Brüche beobachtet hat, fehlt bisweilen bei Missgeburten mit mangelnder oder sehr kleiner Zunge, oder ist nur rudimentär vorhanden.

Rumpf, Stamm.

Am Skelete des Rumpfes (s. Bd. I. S. 73) sind die Wirbelsäule, der Brustkasten und das Becken die besonders zu beschreibenden Abtheilungen. Die Grundlage des ganzen Rumpfes ist aber die Wirbelsäule; an sie legen sich oben die Brust-, unten die Beckenknochen an und bilden die Wände der Brust- und Beckenhöhle. — Bei Missgeburten ist der Rumpf bisweilen mehr oder weniger defect, es fehlen einzelne Partieen *(monstra perocorma)* oder ganze Abtheilungen desselben *(m. acorma)*; auch kann der Rumpf zum Kopfe und den Gliedmaassen zu klein sein (Zwergrumpf, *nanocormus*); es finden sich ferner Knochen am Rumpfe überzählig vor (besonders Wirbel und Rippen) oder der ganze Rumpf ist doppelt vorhanden und dann an dieser oder jener Stelle verschmolzen *(thoracogastrodidymus; gastrodidymus; hypogastrodidymus; pygodidymus)*.

Wirbelsäule, *columna s. spina vertebrarum* (s. Bd. I. S. 73), welche als Basis des menschlichen Körpers auch zuerst entsteht und von 24 Wirbeln, dem Kreuz- und Steissbeine gebildet wird, stellt, wenn man das Steissbein ausnimmt, eine hohle gegliederte Knochenröhre dar, die von den Zwischenwirbelknorpeln und Bändern vervollständigt wird, das Rückenmark mit den Ursprüngen der Spinalnerven einschliesst und von oben nach unten in den Hals-, Brust-, Bauch- und Beckentheil zerfällt. An Länge beträgt diese Säule etwa den 3. Theil der ganzen Körperlänge; hierzu tragen aber auch die Zwischenwirbelknorpel (welche fast den 4. Theil der ganzen Wirbelsäulenhöhe ausmachen) viel bei. Die Gestalt der Wirbelsäule ist eine doppelt *S*förmige, sanft wellenförmige; die Abtheilungen derselben, welche an der Bildung der grossen Körperhöhlen Antheil nehmen, also der Brust- und Beckentheil, sind nach vorn concav, um die Geräumigkeit dieser Höhlen zu vermehren, dagegen zeigen sich der Hals- und Lendentheil nach vorn convex. Die Krümmungen der Wirbelsäule sind wegen der Lage derselben an der hintern Körperwand, ferner wegen der einseitigen Belastung derselben mit den Brust- und Baucheingeweiden nach vorn, und wegen der aufrechten Körperstellung unerlässliche Bedingungen der Balance. Sie fehlen beim Kinde, welches noch nicht gelernt hat, die Last seines Leibes vertical zu tragen, und sie entwickeln sich auch bei Thieren (Bären, Hunden), welche auf den Hinterfüssen zu gehen abgerichtet sind. Auch nach seitwärts zeigt sich noch eine sanfte, leicht zu übersehende Krümmung der Wirbelsäule, und zwar nach rechts am Brusttheile; man glaubt sie von dem vorwaltenden Gebrauche des rechten Armes abhängig. Die Krümmung der Hals und Lendenwirbelsäule mit vorderer Convexität wird durch die Gestalt der Zwischenwirbelknochen bedingt, welche keilförmig, vorn höher als hinten sind; dagegen hängt die Krümmung des Brusttheils der Wirbelsäule von der ungleichen Höhe der Wirbelkörper selbst ab, welche vorn niedriger als hinten sind, während die Zwischenwirbelknorpel vorn und hinten gleich hoch sind. — Die **Wirbel** nehmen vom Atlas bis zum Kreuzbein an absoluter Grösse allmälig zu, dann aber bis zur Steissbeinspitze schnell wieder ab. Die Breite der Wirbelkörper wächst vom 2. bis 7. Halswirbel, nimmt von hier bis zum 4. Brustwirbel ab, und steigt von nun an successiv bis zur Basis des Kreuzbeins. Die Höhe der einzelnen Wirbel ist am Halstheile ziemlich gleich, und nimmt bis zum letzten Lendenwirbel allmälig zu. — Der **Spinalkanal** ist im Halstheile der Wirbelsäule ziemlich gleichweit, im Brusttheile vom 6. bis 9. Wirbel am engsten, in den

obern Lendenwirbeln etwas weiter, und verengert sich sodann bis zur Kreuzbeinspitze hin. Die in den *canalis spinalis* führenden Seitenöffnungen, die *foramina intervertebralia* und *sacralia*, nehmen von den Halswirbeln bis zum letzten Lendenwirbel an Weite zu. Die Entfernung zweier *processus spinosi* ist am Hals- und Lendentheile, wegen horizontaler Richtung derselben, am grössten, am Brusttheile, wo sie dachziegelförmig über einander liegen, am kleinsten. Der Zwischenraum zwischen je 2 Bögen ist zwischen dem 1. und 3. Halswirbel am weitesten, sehr gering am Brusttheile, grösser wieder bei den Lendenwirbeln. Die Querfortsätze der Hals- und Lendenwirbel stehen gerade heraus, während die der Brustwirbel etwas nach hinten abweichen. An der hintern Fläche der Wirbelsäule befindet sich zu jeder Seite der Dornfortsätze, zwischen diesen und den Querfortsätzen, eine senkrecht verlaufende Rinne *(sulcus dorsalis)*, für die langen Rückenmuskeln. — Die weibliche Wirbelsäule unterscheidet sich von der männlichen dadurch, dass die Biegungen derselben sanfter, der *canalis spinalis* und die *foramina intervertebralia* weiter sind; die Wirbelkörper, besonders die der Lendenwirbel, sind höher; die Querfortsätze der Brustwirbel weichen stärker nach hinten ab.

Abnormitäten. Die Wirbelsäule fehlt nur in seltenen Fällen ganz und gar, und zwar bei höchst unvollkommenen Missgeburten; häufiger ist die Bildung derselben nur an manchen Stellen mangelhaft. Weit seltener findet sich die Anzahl der Wirbel vermehrt als vermindert; nicht selten ist die Grösse und Gestalt derselben abnorm, auch sind bisweilen mehrere mit einander verschmolzen. Eine eben so häufige als starke Missbildung an der hintern Fläche der Wirbelsäule ist die Rückgrathsspalte, *spina bifida*, die oft mit Rückgrathswassersucht, *hydrorrhachis*, und auch wohl mit Fehlen, Verkümmert- oder Gespaltensein, und Kanalisirung des Rückenmarkes combinirt ist. Sie besteht in Nichtvereinigung oder unvollkommner Bildung, selbst Mangel der beiden Hälften der Wirbelbögen, wobei die Rückenhaut ebenfalls gespalten oder auch ungespalten sein kann. Die Spaltung betrifft bald nur einen oder mehrere Wirbel, besonders Lenden- und Brust-, seltener Sacralwirbel, bald auch die ganze Wirbelsäule; ihr Entstehen liegt in einer Bildungshemmung oder in Wassersucht des Rückenmarkkanales. — Am häufigsten unterliegt die Wirbelsäule Verbiegungen und Krümmungen, welche angeborene oder erworbene sein können, und von denen es 4 Hauptarten gibt, nämlich die Krümmung nach hinten *(cyphosis, gibbus*, Buckel), nach vorn *(lordosis)*, nach der Seite *(scoliosis)* und die Achsendrehung *(rotatio spinae)*. Die meisten Verkrümmungen bilden sich in der Jugend durch anhaltende falsche Stellung der Wirbelsäule, sowie durch andauernde und überwiegende Thätigkeit der Rumpf- und Armmuskeln nur der einen Seite, besonders wenn die Musculatur schlaff ist (bei blutarmen Subjecten). Hierbei erfordern es die Gleichgewichtsverhältnisse der Wirbelsäule, dass jede abnorme Krümmung durch eine hinzutretende zweite, ober- oder unterhalb der erstern, aber nach der entgegengesetzten Seite gerichteten, ausgeglichen (compensirt) werde (Compensations-Krümmungen). Die alterirend entgegengesetzten normalen und abnormen Krümmungen der Wirbelsäule gehen offenbar aus dem Bestreben hervor, die Endpunkte der Biegungen in der Längenachse des Körpers senkrecht über einander zu halten und dadurch den Kopf, wenn auch auf Kosten der Körperhöhe, vertical über der Drehungsachse des Beckens zu balanciren. So lange die auf die Wirbelsäule wirkenden Kräfte einander das Gleichgewicht halten, kann keine seitliche Verkrümmung der Wirbelsäule entstehen. Eine stärkere Entwickelung der normalen Krümmungen (Kyphose und Lordose) kann auch ohne seitliche Störung des Gleichgewichts, blos durch Aenderung der Beckenneigung oder durch Zusammensinken der Wirbelsäule (beim Greise) entstehen. Die Scoliose ist die häufigste Verkrümmung, findet sich in der Regel auf der rechten Seite und am Brusttheile der Wirbelsäule (wegen der schon normalen rechtseitigen Ausbeugung der Brustwirbelsäule), und zieht dann eine compensirende linkseitige Scoliose des Lenden- und Beckentheiles nach sich. Bei jeder beträchtlichern Seitenkrümmung findet auch eine Drehung der Wirbel um ihre Achse statt, und zwar nach der Seite hin, nach welcher die Krümmung geht; die Wirbelkörper sehen dabei nach der Convexität, die Dornfortsätze nach der Concavität der Krümmung. Der Grund zur Scoliose kann sein: einseitige active Muskelcontraction, einseitige Lähmung oder krampfige Retraction (Contractur), einseitige Missgestaltung des Beckens (sowohl rhachitischer oder coxalgischer Natur, als nach Koxalgie und Verrenkung des Schenkels), Einsinken des Thorax nach pleuritischem Exsudate; schon bleibende Neigung des Kopfes auf eine Seite (*caput obstipum, torticollis*, durch Contraction des *m. sternocleidomastoideus* erzeugt) kann Bedingung zu einer Scoliose werden. Die Kyphose ist als bogenförmige Krümmung der Dorsalwirbel (Excurvation) gewöhnlich Folge des hohen Alters oder der Osteomalacie, als winkelige Krümmung (Angularprojection) meistens durch Schwund oder Zerstörung einzelner Wirbelkörper hervorgerufen. Das Rückenmark wird hierbei selten, in Folge seiner Knickung, gelähmt *(cyphosis paralytica Pottii)*. Die Lordose, gewöhnlich am Lendentheile der Wirbelsäule und fast stets eine consecutive (compensirende), gleicht gewöhnlich eine Kyphose oder die durch Rhachitis, angebornes Hinken, Koxalgie, Schenkelverrenkung herbeigeführten Lageabweichungen des Beckens aus; seltener rührt sie von Caries der Wirbel her. — Die Brüche, welche an der Wirbelsäule vorkommen und mit Dislocation oder Impression verbunden sein können, betreffen entweder den Bogen oder Körper des Wirbels; zuweilen bricht aber auch blos ein Dorn- oder Gelenkfortsatz ab. Brüche des 1. Halswirbels gehören zu den grössten Seltenheiten; der Zahnfortsatz des Epistropheus bricht weit eher und dieser Bruch führt bisweilen plötzlichen Tod herbei. — Die entzündli-

chen und cariösen Processe in den Wirbeln *(spondylarthrocace)* sind nicht selten tuberculöser *(malum Pottii)* oder krebsiger Natur; Rhachitismus, Osteomalacie und Osteoporose finden sich ziemlich oft an der Wirbelsäule.

Brustkasten, Thorax (s. Bd. I. S. 83). Die knöcherne Grundlage des Thorax wird durch die Brustwirbelsäule, die Rippen und das Brustbein gebildet, und umschliesst eine Höhle (die Brusthöhle), deren horizontaler Durchschnitt eine Herz- oder Bohnenform hat, weil die Wirbelsäule von hinten her mit den Wirbelkörpern in die Brusthöhle vorspringt. Dieser Vorsprung fehlt bei den Thieren, und hängt beim Menschen mit der Bestimmung zum aufrechten Gange zusammen, da der Schwerpunkt der Brusteingeweide näher an die Stütze des Stammes (Wirbelsäule) rückt. — Der Brustkorb zeigt bei verschiedenen Individuen folgende Verschiedenheiten in seiner normalen Form: er ist lang oder kurz (im Längendurchmesser); schmal oder breit (im Querdurchmesser), flach (eingedrückt) oder gewölbt (im geraden Durchmesser, von vorn nach hinten). Der lange Thorax ist gewöhnlich auch breit und flach oder gewölbt; der kurze breit oder schmal, und flach oder gewölbt. Gewöhnlich springt die 7. Rippe an der hintern und Seitenfläche des Thorax etwas mehr vor, als die übrigen Rippen. Die Durchmesser des Thorax sind nach der verschiedenen Form desselben sehr verschieden; im Allgemeinen lässt sich nur sagen, dass der verticale Durchmesser den transversalen überwiegt, und dass der letztere wieder jenen von vorne nach hinten (den geraden) übertrifft. Der gerade Durchmesser wird, da das Brustbein nicht vertical steht, sondern mit seinem untern Ende vortritt, und da die Brustwirbelsäule eine Krümmung nach hinten macht, an verschiedenen Stellen sehr ungleich ausfallen müssen. Der Abstand der Mitte des Brustbeins vom 6. Brustwirbel beträgt etwa $4\frac{1}{2}$—$5\frac{1}{2}$″, der zwischen *incisura semilunaris sterni* und 1. Brustwirbel 2—$2\frac{1}{2}$″, zwischen *processus xiphoideus* und 12. Brustwirbel $5\frac{1}{2}$—7″. Der quere Durchmesser beträgt: zwischen dem 1. Rippenpaare $3\frac{1}{2}$—4″, zwischen dem 6. etwa $7\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{2}$″, zwischen dem 12. gegen $6\frac{1}{2}$—8″. Der verticale Durchmesser ist wegen der Veränderlichkeit des Standes des Zwerchfells am meisten Veränderungen unterworfen. Die Länge der vordern Wand beträgt gegen 6—7″, die der hintern ungefähr 11″, die der Seitenwand etwa 12″. Der grösste horizontale Umfang, in der Mitte der Höhe, beträgt gegen 24—28″; gewöhnlich ist aber die rechte Thoraxhälfte, wie die circuläre Mensuration beweist, weiter (um $\frac{1}{2}$—2″) als die linke. — Der weibliche Thorax (s. S. 14) hat eine mehr gerundete Form, ist fassartiger als der männliche, auch ist der erstere absolut kleiner und enger; die Brusthöhle, obschon sie länger ist als beim Manne, endigt doch höher über der Schoossfuge, wegen der grössern Höhe der weiblichen Lendenwirbelsäule und wegen geringerer Einsenkung des Kreuzbeins zwischen den Hüftknochen. — Die obere und untere Oeffnung des Thorax — von denen die erstere die kleinere ist und von dem 1. Brustwirbel, dem 1. Rippenpaare und der Handhabe des Brustbeins gebildet wird, während die untere viel grössere Oeffnung vom letzten Brustwirbel, dem letzten Rippenpaare, den Knorpeln aller falschen Rippen und dem Schwertfortsatze umschlossen wird — liegen wegen der Kürze der vordern Brustwand schräg, auf einander zugeneigt und nach vorn convergirend. Die 11 Zwischenrippenräume, deren Länge sich nach der verschiedenen Länge der Rippen richten muss, sind, da die Rippen nicht parallel liegen und nicht überall gleich weit von einander abstehen, nicht an allen Stellen gleichweit; sie erweitern sich nach vorn zu, sind am Vereinigungspunkte der Rippen mit ihren Knorpeln am weitesten, und werden gegen den Rand des Brustbeins zu wieder schmäler; die beiden obersten und beiden untersten Intercostalräume sind die breitesten, aber kürzesten. [Weiteres über den Brustkasten s. in der Bänderlehre und bei der Respiration.]

Von den einzelnen Knochen des Thorax ist das, die vordere Brustwand bildende Brustbein, *sternum* (s. Bd. I. S. 82), welches auf eine sehr feste und zugleich elastische Weise, durch die Rippenknorpel nämlich, mit den übrigen Knochen des Thorax verbunden ist, der grösste und schwammigste (weshalb er cariöser Zerstörung am leichtesten unterliegt). Seine Handhabe

verbindet sich mit dem Körper durch einen Faserknorpel, welcher erst im reifen Alter (nur bei Rhachitischen zeitig) verknöchert und den beiden Stücken des Sternums eine geringe gegenseitige Beweglichkeit gestattet. Fallen die Unterschlüsselbeingegenden des Brustkastens sehr ein (wie bei Lungenschwindsucht und überhaupt bei Schrumpfen luftleerer Lungenspitzen), dann sinkt auch das Manubrium etwas hinterwärts und an der Stelle jenes Faserknorpels (in der Gegend des 2. Rippenknorpels) entsteht eine winkelige Vortreibung des Brustbeins (der *Louis*'sche Winkel). Auch das winkelig gebogene Brustbein der Buckeligen hat seinen grössten Vorsprung an dieser Stelle (vorderer Buckel); und bei engbrüstigen Kindern hat man bei tiefem Athemholen zuweilen eine deutliche Bewegung zwischen *manubrium* und *corpus sterni* beobachtet. Der epiglottisähnliche oder zugespitzte, bisweilen in 2 Zipfel gespaltene Schwertfortsatz bleibt unter den Stücken des Brustbeins am längsten knorpelig und erleidet gar nicht selten Richtungsabweichungen, von welchen die nach einwärts, wegen des Druckes auf die unterliegenden Theile (linker Leberlappen, Magen) die gefährlichste ist und häufig bei Frauenzimmern, die sich allzusehr schnüren (wodurch die zusammengedrängten ersten falschen Rippen vor den Schwertknorpel gedrängt werden), sowie bei Handwerkern, welche anhaltend feste Körper gegen die Magengrube stemmen (Schuhmacher, Weber, Fährleute), beobachtet wird. Die Krümmung nach aussen erzeugt einen elastischen Vorsprung, welcher bisweilen so gross wird, dass die ihn deckende Haut ulcerirt. Die Beweglichkeit des Schwertknorpels soll selbst zu Verrenkungen Anlass geben können. Die Entwickelung des Brustbeins ist bisweilen unvollständig und die Brusthöhle, dann vorn mit einer Spalte versehen, nur durch das allgemeine Integument verschlossen; auch bleibt manchmal eine Oeffnung nur am untern Theile des Sternums, welche der *spina bifida* ähnlich ist und das Sternum als vordere Wirbelsäule bezeichnet. Zuweilen verbindet sich mit der angebornen Spaltung des Brustbeins *(fissura sterni)* eine Lagerung des Herzens ausserhalb der Brusthöhle *(ectopia, prolapsus* oder *hernia pectoralis)*, weil das Herz in den ersten Stadien seiner Entwickelung ausserhalb der offenen Rumpfwände liegt. Die von *Breschet* beschriebenen *ossa suprasternalia* (s. Bd. I. S. 83) werden für wahre Rippenrudimente, für selbstständig gewordene Ossificationspunkte der Handhabe, für Knochenkerne im *lig. interclaviculare*, oder für Sesambeine des Sternalursprungs des Kopfnickers angesehen. Beim weiblichen Geschlechte übertrifft die Handhabe an Länge die Hälfte der Länge des Mittelstücks, während der Körper am männlichen Brustbeine wenigstens zweimal so lang als die Handhabe ist. — Von den Rippen (s. Bd. I. S. 80) ist die 1. durch ihren Knorpel (welcher bei der Ossification der Rippenknorpel zuerst verknöchert) am festesten (nicht durch ein Gelenk, wie die übrigen Rippen, sondern durch wahre Synchondrose) mit dem Brustbeine verbunden, und deshalb auch am wenigsten beweglich. Die Grösse der Rippen nimmt von der ersten und letzten Rippe gegen die mittlere bedeutend zu, so dass die 6. und 7. Rippe die grössten sind. Die Krümmung der Rippen nimmt von der ersten bis zur letzten beträchtlich ab; ihre Richtung ist eine um so schrägere, je höher sie liegen und ihre Flächen werden, wegen der fassförmigen Gestalt des Thorax, für die mittleren direct nach aussen, für die oberen zugleich nach oben, für die untern nach unten gerichtet sein. Die Elasticität der Rippen ist sehr gross und es kommen deshalb Brüche derselben nicht so häufig vor; ein zweiter Grund aber, welcher einen Rippenbruch in Folge einer auf das Brustbein wirkenden Druck- oder Stossgewalt nicht leicht möglich macht, ist der, dass sich der Stoss auf 14 Rippen vertheilt. Man findet die Rippen bisweilen um eine vermehrt und diese überzählige sitzt dann entweder über der ersten oder unter der letzten. Ist die Rippenzahl vermindert, dann fehlt immer die letzte Rippe. Manchmal ist eine Rippe in Folge unvollkommner Verknöcherung stellenweise noch knorpelig; auch an ihrem vordern Ende gabelförmig gespaltene Rippen werden nicht selten gefunden. Die Rippenknorpel, von welchen sich ein jeder in der Länge und Stärke nach seiner Rippe

richtet, haben, mit Ausnahme des ersten, nicht die Richtung ihrer Rippen (welche schräg nach vor- und abwärts gerichtet sind), sondern steigen schräg und um so mehr gegen das Brustbein in die Höhe, je mehr sich ihre Rippen von diesen entfernen. Ihre Ossification ist an kein bestimmtes Alter gebunden; ossificirt sollen sie die Tendenz haben, in der Inspirationsstellung zu verharren. Brüche der Rippenknorpel, oder auch Verletzungen derselben, sollen nicht durch Knorpelmasse, sondern durch eine knöcherne Zwinge verheilen. Trennungen (Luxationen) der Knorpel von den Rippen, dem Brustbeine, des 7., 8. und 9. Knorpels von einander, kommen vor.

Weiblicher Thorax (s. S. 281). Der Brustkasten ist beim weiblichen Geschlechte im Vergleiche zum Unterleibe kürzer, wodurch der Wuchs schlanker erscheint. Das Charakteristische des weiblichen Thorax ist nach *Hyrtl* Folgendes: *a)* die Rippen sind dünner, kürzer, nicht so stark gekrümmt, ihre Knorpel länger; *b)* ihre Richtung ist schiefer nach abwärts und ihre Krümmung weniger bogenförmig als spiral; *c)* von der Wirbelsäule an gehen sie anfänglich weiter nach hinten und krümmen sich dann durch einen plötzlichen Bug stärker nach vorn. Dadurch ragt die Wirbelsäule stärker in die Brusthöhle hinein, und der gerade Brustdurchmesser ist kürzer. *d)* Die Handhabe des Brustbeins ist breiter und länger, das ganze Brustbein kürzer; sein unteres Ende liegt beim Weibe in der Höhe des 7., beim Manne in der des 10. Brustwirbels. *e)* Der ganze Brustkorb erscheint vorn flacher, hinten gewölbter, als der männliche. *f)* Der Umkreis des Thorax ist geringer (wegen Kürze und Schiefheit der Rippen); die Ebene des Brustbeins liegt mit dem obern Rande der Schambeinfuge in derselben verticalen Fläche. *g)* Die untern Rippen sind kürzer, deshalb die Hypochondrien weicher und dehnbarer. Die Magengrube liegt wegen Kürze des Brustbeins höher und ist wegen geringerer Länge der knöchernen Rippen eindrückbarer. *h)* Das Zwerchfell ragt mehr in die Brusthöhle hinauf und soll an der Inspiration einen geringern Antheil als die Brustmuskeln nehmen. Jedenfalls müssen die schrägern Rippen durch eine extensivere Hebebewegung der horizontalen Lage genähert werden, weshalb auch die Athembewegungen (besonders im obern Theile des Thorax) stärker (mit wogendem Busen) erscheinen. — Missgestaltung erleidet der weibliche Thorax hauptsächlich durch die Schnürbrüste und das feste circuläre Binden der Unterkleider. Die erstern drücken die untere Thoraxgegend zusammen, drängen die Rippen nach innen und oben, die ersten falschen Rippen vor den Schwertfortsatz, welcher einwärts gepresst wird; die untern Rippen, besonders die Knorpel derselben, verkrüppeln, die obern werden länger und die Schlüsselbeine fast geradlinig. Die festgebundenen Unterkleiderbänder erzeugen einen Quereindruck der Hypochondrien, welcher auch auf der Leber deutlich sichtbar ist.

Abnormitäten des Brustkastens. Die Missgestaltungen des Thorax sind entweder von Krankheiten der Knochen (besonders der Brustwirbelsäule), oder der Muskeln, oder der Eingeweide der Brust hervorgerufen. Die bedeutendsten Unförmlichkeiten werden durch Rhachitismus und Osteomalacie erzeugt. Der rhachitische Thorax ist meist bei leicht concaven Seitenflächen unten weiter als in der Mitte und oben; der osteomalacische ist dagegen in jeder Richtung durch die Wirkung der Muskeln und die Schwere des Körpers verbogen; bei ersterem findet sich bisweilen auch die sogenannte Hühnerbrust: der Thorax ist seitlich abgeflacht, oft nach vorn gegen die knöchernen Rippenenden der Länge nach eingedrückt, das Brustbein steht mit den stark gebogenen Rippenknorpeln weit hervor *(pectus carinatum)*. Zuweilen bilden bei Rhachitis auch die Gelenke zwischen dem Sternum und den Rippenknorpeln 2 Reihen knotiger Erhabenheiten (rhachitischer Rosenkranz). — Bei allen Lungenkrankheiten (besonders aber bei Tuberculose), welche die Lungen luftärmer machen und ihren Umfang verringern, bildet sich eine cylinderförmige Verengerung des Thorax; dieser wird länger aber schmäler und flacher, die Schlüsselbeine sind schief ab- und einwärts gerichtet, der ganze Brustkorb ist wie herabgesunken, der Hals erscheint deshalb länger (d. i. *Engel's* paralytischer Thorax). — Bleibt die Lunge widernatürlich von Luft aufgebläht (beim Lungenemphysem), kann also der Thorax bei der Exspiration nicht gehörig zusammenfallen, dann bildet sich nach und nach der fassförmige Thorax aus: derselbe erscheint von oben nach unten verkürzt, besonders unter dem Schlüsselbeine und in der Brustdrüsengegend vorgewölbt; seine Durchmesser von vorn nach hinten sind vergrössert, das Sternum ist vorgedrängt, der Schwertfortsatz oft nach aufwärts gebogen, die mittlern Zwischenrippenräume sind weit, die untern gewöhnlich eingesunken; die Brustwirbelsäule ist stärker nach hinten gewölbt und die Schulterblätter treten deutlicher hervor. — Partielle Auftreibungen des Thorax werden durch massenreiche An-

sammlungen von Flüssigkeit oder Luft in der Pleurahöhle (durch Pyo-, Hydro-, Hämato- u. Pneumothorax) hervorgerufen. Partielle Einsenkungen desselben sind die Folgen des Druckes der Atmosphäre nach Verkleinerung des unterliegenden Lungenstücks (bei Tuberculose, nach Abscess, Apoplexie, Brand, Bronchiectasie, Induration, Verödung durch Druck). Bedeutendere Einsenkungen können selbst Verkrümmungen der Brustwirbelsäule (Scoliose) nach sich ziehen.

Becken, *pelvis* (s. Bd. I. S. 89). Das Becken, die unterste Abtheilung des Rumpfes und in das grosse und kleine Becken zerfallend, stellt einen aus mehreren durch Symphysen vereinigten Stücken (aus dem *os sacrum, coccygis* und den beiden *ossa innominata*) zusammengesetzten Knochenring dar, welcher eine mit der Bauchhöhle zusammenfliessende Höhle (die Beckenhöhle) umschliesst, mit seinem vordern Abschnitte mittels der Pfannen auf den Oberschenkelköpfen ruht und auf seinem hintern Segmente (Kreuzbein) die Wirbelsäule trägt. — Neigung des Beckens. Die Lage des Beckens bei aufrechter Stellung des Menschen ist nicht eine horizontale, sondern eine schräg nach vor- und abwärts geneigte (so dass die Spitze des Steissbeins bis 7'''—8''' höher als der untere Schamfugenrand liegt), die aber früher stets um etwa 20—30° zu gering angegeben wurde und gegen 60—65° beträgt (der Winkel, welchen die Conjugata mit dem Horizonte beschreibt). Die Bedingungen der Neigung nach vorn sind doppelte; erstens fällt nämlich durch diese Neigung der Druck der Baucheingeweide auf die vordere Beckenwand, also auf eine widerstandskräftigere Unterlage als der von Weichtheilen gebildete Boden des Beckens ist; sodann ist für das Gleichgewicht des Rumpfes dadurch Sorge getragen, denn es müsste sonst das an seinem vordern Umfange durch die Schenkel von unten gestützte und an seiner hintern Peripherie durch die Wirbelsäule belastete Becken, bei horizontaler Lage desselben, nach hinten umschlagen. Die Verbindungslinie der Mittelpunkte beider Schenkelköpfe ist die mathematische Drehungsachse des Beckens bei aufrechter Stellung auf 2 Füssen; der Rumpf wird sich im Gleichgewichte befinden, wenn die durch seinen Schwerpunkt senkrecht nach abwärts gezogene Linie durch die Drehungsachse des Beckens geht. Es liegt nun aber der Schwerpunkt des Rumpfes in der den Anfang und das Ende der Wirbelsäule verbindenden geraden Linie in der Höhe des Schwertknorpels, und es wäre nicht möglich, dass eine von ihm ausgehende lothrechte Linie die Drehungsachse des Beckens schneiden könnte, wenn diese Achse nicht durch eine entsprechende Beckenneigung weiter nach rückwärts zu liegen käme, als es bei horizontaler Beckenlage der Fall ist. Beim Sitzen ruht das Becken auf 3 Punkten, nämlich, auf den beiden Sitzknorren und auf der Steissbeinspitze, wobei der Grund des kleinen Beckens nach abwärts, der Eingang nach aufwärts sieht, der Beckenring also senkrecht steht. Hierbei ist natürlich die Unterstützung des Stammes weit bequemer, als bei aufrechter Stellung und man ruht deshalb auch durch Sitzen vom Stehen aus.

Geschlechtsunterschiede des Beckens (s. S. 282). Das Becken unterscheidet sich unter allen Theilen des Skelets am auffallendsten bei den verschiedenen Geschlechtern, weil dasselbe die meiste Beziehung zur Geschlechtsthätigkeit hat. Das weibliche Becken zeigt schon durch seinen grössern Umfang, seine geringere Länge, seine dünneren und zarteren Knochen, dass es zum Tragen und Gebären bestimmt ist, während das enge, steile, conisch zulaufende Becken des Mannes mit seinen dickeren Wänden gute Befestigungspunkte für die Musculatur abgibt. Am kindlichen und Thierbecken sind keine Geschlechtsunterschiede ausgeprägt; diese entwickeln sich beim Menschen erst um die Pubertätszeit und zeigen sich bei gehinderter Geschlechtsentwickelung ebenfalls unentwickelt. Die Unterschiede zwischen dem männlichen und weiblichen Becken sind folgende: das grosse Becken ist beim Weibe mehr aus einander gewichen und in die Breite entwickelt, am kleinen Becken sind alle horizontalen Durchmesser grösser, der senkrechte aber kleiner als beim Manne (so dass durch seine Weite der Geburtsweg leichter, und durch seine Kürze schneller zurückgelegt werden kann). Alle Knochen, welche an der Bildung des kleinen Beckens Theil nehmen, sind

mit stärkern Breitedimensionen versehen, die Hüftausschnitte sind weiter, die Sitzknorren stehen weiter auseinander, die Höhle des kleinen Beckens ist mehr cylindrisch, während sie beim Manne der grössern Convergenz der Sitzbeine wegen mehr conisch ist; der Ausgang des Beckens gewinnt bedeutend an Geräumigkeit; die Pfannen des weiblichen Beckens sind weiter nach vorn gelegen und stehen weiter von einander ab, weshalb der Gang des Weibes schwankender wird (was besonders beim Laufen auffällig ist).

Das **männliche Becken** —

a) ist von herzförmigem Umfange, eng und hoch, eckig u. schwer (2 ℔.) und enthält eine längliche, von den Seiten zusammengedrückte, nach unten engere conische Höhle.

b) Die **Hüftbeine** liegen weiter vorwärts, sind schmäler, ausgehöhlter, steiler abwärts steigend, rauher. Der Winkel, den sie gegen den Horizont machen, beträgt 60°. Die Länge des Kammes beträgt 8″ 9‴.

c) Das **Kreuzbein** ist schmal, lang, mehr gekrümmt und weniger nach hinten gerichtet. — Das *Promontorium* ragt stärker hervor und dadurch erhält der Eingang des kleinen Beckens eine herzförmige Gestalt.

d) Das Steissbein ist breiter, unbeweglicher und mit seinem untern Ende mehr nach vorn gerichtet.

e) Die **Sitzbeine** sind hoch, schmal, stark convergirend, näher liegend und flach.

f) Die Schambeine sind kürzer, schmäler, hoch, nicht gerundet, mit weniger nach aussen und vorn gerichtetem *ramus descendens*, der einen *angulus pubis* von 70—80° bildet; der **Schamknorpel** ist schmäler.

g) Das **Hüftbeinloch** ist hoch, schmal, dreieckig und zurückweichend.

h) Die **Pfannen** sind gross, tief, mehr einander genähert, zurück und seitlich gelagert.

Das **weibliche Becken** —

a) ist rundlich elliptisch, weit und niedrig, gerundeter, leichter (1 ℔.) und von dünnern Knochen. Es enthält eine mehr rundliche und viel geräumigere Höhle.

b) Die *ossa ilei* sind im Ganzen mehr nach hinten gedrängt, breiter, flach, glatt, mit schwächeren Knorren besetzt, weniger ausgehöhlt an der Innenfläche und weniger steil absteigend; der Winkel, den sie gegen den Horizont machen, beträgt 47°. Die Hüftgegend ist deshalb breiter. Die Länge des Kammes misst 9″ 2‴.

c) Das *os sacrum* ist weit breiter, kürzer, gerader, weniger gekrümmt und mehr nach hinten gerichtet. — Das *Promontorium* ist weniger stark vorspringend und der Eingang des kleinen Beckens bekommt so eine querovale Gestalt.

d) Das *os coccygis* ist schmäler, beweglicher und mit dem untern Ende weniger nach vorn gerichtet.

e) Die *ossa ischii* sind kürzer, breiter, mehr senkrecht herabsteigend, weiter von einander abstehend und rinnenförmig vertieft.

f) Die *ossa pubis* sind länger, breit, niedrig, sanft gerundet, mit mehr nach aussen und vorn gerichtetem *ramus descendens*, der einen *arcus pubis* von 90—100° bildet; der **Schamknorpel** ist breiter.

g) Das *foramen obturatorium* ist nidrig, breit, mehr oval oder rundlich u. vorliegend.

h) Die *acetabula* sind klein, flach, mehr von einander entfernt, nach vorn u. aussen liegend.

Durchmesser des Beckens. — Eine krumme Linie, welche man sich durch den Mittelpunkt der Beckenhöhle von oben nach unten gezogen und von allen Wänden gleich weit entfernt denkt, welche Linie also die Richtung des Beckenkanals bezeichnet, nennt man die **Beckenachse**, die **Mittel-**, **Central-** oder **Richtungslinie**. Sie besteht (nach *Nägele*) aus einer geraden und einer krummen Linie; die erstere, welche die Conjugata des Beckeneinganges rechtwinkelig schneidet, geht in die Beckenhöhle bis vor die Verbindung des 2. und 3. Sacralwirbels herab, und von hier krümmt sich dann die letztere vor- und abwärts. Der Grad der Krümmung wird durch die mehr oder minder starke Biegung des untern Theiles des Kreuz- und Steissbeins bestimmt.

	Beim Manne.	Bei der Frau.
a. **Grosses Becken:**		
1) **Querdm., vorderer** (zwischen den *spinae ilei anteriores superiores*)	8½″	— 9″
2) **Querdm., hinterer** (zwischen den entferntesten Punkten der *labiu interna* der Hüftkämme)	9½″	—10″
3) **Länge** des Hüftbeins, vom Kreuzbeine nach vorn	8″ 9‴	9″ 2‴
4) **Länge** zwischen der *spina ilei posterior superior* und *inferior*	1″ 8‴	2″
5) **Länge** zwischen der *spina ilei anterior superior* und *inferior*	2″ 3‴	1″ 10‴
b. **Beckeneingang,** *apertura pelvis superior.*		
1) *Conjugata*, **gerader oder kleiner Dm.** (vom *promontorium* zum obern Rande der Schambeinfuge)	3½″	4″
2) **Quer- oder grosser Dm.** (zwischen der Mitte der *lineae arcuatae*)	4½″	5″
3) **Schiefer oder Deventerischer Dm.** (zwischen der *symphysis sacro-iliaca* und dem *tuberculum ileo-pectinaeum*) .	4″	4½″
c. **Beckenhöhle, mittlerer Beckenraum,** *cavum pelvis.*		
1) **Gerader oder grosser Dm.** (zwischen der Mitte der Vereinigungsstelle des 2. und 3. Kreuzwirbels und der Mitte der Schambeinfuge)	4″	4½″
2) **Querer oder kleiner Dm.** (zwischen der Mitte des Bodens der Gelenkpfanne zu der entgegengesetzten Seite) . .	3½″	4″

	Beim Manne.	Bei der Frau.
d. **Beckenausgang,** *apertura pelvis inferior:*		
1) Gerader Dm. (zwischen der Spitze des Steissbeins und dem untern Rande der Schambeinfuge)	3'' 4'''	3'' 8'''
Dieser Dm. kann durch das Zurückweichen des Steissbeins um 1''' länger werden.		
2) Querdm. (zwischen dem innern Rande des rechten und linken *tuber ischii*)	3''	4''
e. **Aeussere Dimensionen des Beckens.**		
1) Höhe des ganzen Beckens (vom *tuber ischii* zum höchsten Punkte der *crista ilei*)	8''	7''
2) Höhe des kleinen Beckens an der hintern Wand	5''	4½''
3) An den Seiten .	4''	3½''
4) Vorn an der Schambeinfuge	1'' 10'''	1'' 4'''
5) Diagonal-Conjugata (zwischen Schambogen und *promontorium*) .	4'' 10'''	4½''

Verschiedenheiten der Beckenform. Das Becken zeigt ebensowohl physiologische wie pathologische Verschiedenheiten in seiner Gestaltung; die ersteren richten sich nach den verschiedenen Individuen und erzeugen nie Geburtsstörungen; die pathologischen Formen dagegen, welche angeborne oder erworbene sein können, wirken oft sehr hindernd auf den Geburtsact ein. *M. J. Weber* (in Bonn), welcher 4 Urschädelformen annimmt (s. S. 286), zeigte zuerst, dass trotz der grossen Verschiedenheit der einzelnen Regionen des Beckens doch ein bestimmter Typus der Bildung durch das ganze Becken waltet; dass ferner dem männlichen Geschlechte nur ein bestimmter Beckentypus eigen ist, dagegen dem weiblichen 5 verschiedene Beckenformen zukommen; und dass auch bei den verschiedenen Menschenraçen verschiedene Beckenformen existiren, welche aber den Ur-Formen der Europäer entsprechen und bei ein und derselben Raçe sehr verschieden sind, so dass es wohl kein einziges bestimmtes Kennzeichen eines Raçenbeckens gibt. Nach *Vrolik* hat aber das Becken wie der Kopf bei den verschiedenen Raçen seine Eigenthümlichkeiten und es soll sich hieraus erklären, warum Frauen einer bestimmten Raçe, wenn sie von Männern anderer Raçe empfangen, ungleich schwerer gebären, als wenn sie durch ihre Raçe befruchtet werden.

Die **Ur-Beckenform des männlichen Beckens** ist die **halbovale oder herzförmige.** Hier gibt nicht nur die obere Apertur, sondern das ganze Becken das allgemeine Bild eines Halb-Ovals. Der Beckeneingang bildet an der Schambeinfuge, wo sie mässig schmal ist, die Spitze des Ovals, erweitert sich dann gegen die Mitte der Apertur und verschmälert sich hierauf wieder gegen die Vereinigung der Darmbeine mit dem Kreuzbeine hin allmälig und gleichmässig, und bildet sodann an oder hinter dem Promontorium die stumpfe Basis des Ovals. Die Darmbeine sind mässig von einander entfernt, gleichmässig und sanft ausgeschweift, weder zu schief noch zu senkrecht gelagert, die innern Flächen stehen einander mehr gegenüber und sind so nicht ganz nach vorn, aber auch nicht ganz seitlich gelagert. Das Kreuzbein ist mässig schmal und länglich und sanft gebogen. Die Sitz- und Schambeine convergiren nur mässig und allmälig, sie bilden einen Schamwinkel; die Sitzknorren liegen mehr zurück und ragen nicht nach aussen, auch die *spinae ischii* treten mehr rückwärts und ragen nicht in die Beckenhöhle. Es findet in allen Theilen das schönste Ebenmaass statt und die Geräumigkeit und Höhe dieser Beckenform hält im Allgemeinen die Mitte zwischen dem runden und oval-keilförmigen Becken des Weibes. — Die **Ur-Beckenform des weiblichen Beckens** ist eine 5fache, nämlich: 1) die **halbovale oder herzförmige,** entspricht der des männlichen Beckens (von *Stein* abgestumpftes Kartenherz genannt). 2) **Querelliptische, rundovale oder nierenförmige** Ur-Beckenform. Hier findet die Wölbung oder Rundung des Beckens vorzugsweise nur nach 2 Seiten statt, nämlich nach rechts und links; vorn an der Schambeinfuge ist dagegen das Becken mehr flach. Die Darmbeine ragen nach aussen, sehen mit ihren innern Flächen nach vorn, sind breit, ausgehöhlt und verhältnissmässig niedrig; das Kreuzbein ist breit und niedrig; das *promontorium* ragt wenig hervor; die *linea arcuata* ist an den Darmbeinen

mehr als an den übrigen Stellen ausgeschweift; die Scham- und Sitzbeine convergiren nur wenig und sind breit, daher ein grosser Schambogen. 3) Runde Ur-Beckenform, wo nicht allein die obere Apertur kreisförmig ist, sondern das ganze Becken einen fass- oder ringförmigen Charakter hat. Die Umrisse sind allenthalben stark, aber gleichmässig gerundet und daher entsprechen die Querdurchmesser den geraden fast ganz. Die Darm-, Sitz- und Schambeine stehen mehr senkrecht, sind gerundeter; das Kreuzbein ist meist weniger breit und der Schambogen weniger gross als bei dem querelliptischen oder nierenförmigen Becken. 4) Vierseitige Ur-Beckenform (die seltenste), wo die 4 Beckenwandungen in einem mehr winkeligen oder schroffen Verhältniss zu einander stehen, so dass das Becken, von allen Seiten gesehen, flacher und breiter, fast wie eingedrückt und besonders die obere Apertur fast viereckig erscheint. 5) Oval-keilförmige Ur-Beckenform (geradelliptische, *Stein*), wo das Becken von beiden Seiten wie ein- oder zusammengedrückt ist. Der gerade Durchmesser der obern Apertur ist hier grösser als der Querdurchmesser; die Hüftknochen sind hoch, senkrecht stehend, convergiren beträchtlich nach unten und ihre Entfernung ist gering; das Kreuzbein ist schmal, sehr lang und wenig vertieft; die *linea arcuata* ist wenig gerundet und umschreibt, indem die Schamknochen vorn unter einem spitzigen Winkel zusammenstossen, fast ein Dreieck oder einen Keil; auch der Schamwinkel ist ganz spitz.

Die pathologischen Verschiedenheiten des Beckens betreffen die Grösse oder die Gestalt desselben. Zu den ersteren gehört: 1) das in allen Durchmessern zu weite Becken, welches zu rascher Entbindung, Ruptur des Dammes, Zerreissung des Nabelstranges, vorschneller Ablösung der Placenta, Metrorrhagie und Umstülpung des Uterus Veranlassung geben kann. 2) Das zu kleine Becken, niedrig und eng, mit welchem gewöhnlich stärkere Neigung und grössere Ausweitung des Schambogens verbunden ist (es soll immer durch Rhachitis bedingt sein). — Hinsichtlich der Gestalt des Beckens pflegt man mit *Osiander* gewöhnlich folgende pathologische Beckenformen anzunehmen: 1) das querelliptische, in der Richtung des Querdurchmessers elliptische Becken (mit mässigem Hereinragen der Basis des Kreuzbeins, kleinerer Conjugata und grösserem Querdurchmesser); 2) das nierenförmige Becken (mit starkem Hereinragen des Promontoriums). Zwischen diese beiden Formen schaltet *Rokitansky* das Becken ein, an welchem die Basis des Kreuzbeins eine gerade Linie darstellt (und also nicht an der Curve der obern Beckenapertur Theil nimmt), von der sich die *linea arcuata* winkelig abbiegt. 3) Das ∞ Becken (durch starkes Hereinragen des Promontoriums und Hereingedrängtsein der Schambeine). Diese 3 ersten Beckenformen sind fast immer durch Rhachitismus erzeugt. 4) Das geradelliptische, in der Richtung der Conjugata ovale oder elliptische Becken (mit Vorwiegen des geraden Durchmessers über den queren); es kommt mit Kyphosen combinirt vor. 5) Das schiefe Becken, die häufigste Missgestaltung, bisweilen angeboren, gewöhnlich aber rhachitischen Ursprungs oder Folge von Scoliose und coxalgischer Luxation; dabei: Verkürzung eines schrägen Durchmessers, höhere Stellung und geringere Neigung der entsprechenden Beckenhälfte. Die Bedingungen hierzu sind seitliche Abweichung und Torsion des Kreuzbeins, Streckung und Einknickung der *linea arcuata* von den Pfannen aus. Es gehört hierher als Unterart des schiefen Beckens *Nägele's* schräg verengtes Becken, welches durch angeborne Synostose in einer *symphysis sacro-iliaca*, und Verkümmerung der entsprechenden Beckenhälfte bedingt ist. Die Verengerung trifft hierbei vorzüglich den schrägen Beckendurchmesser, welcher von der nicht ossificirten Symphyse zum *tuberculum ileo-pectinaeum* der kranken Seite geht, während der andere normal oder selbst länger als gewöhnlich ist; das Kreuzbein erscheint gegen die Seite der Synostose hingezogen, und die Schambeinfuge ist gegen die gesunde Seite verrückt, steht also dem Promontorium nicht gerade, sondern schräg gegenüber. *Rokitansky* beschreibt als Abart des schrägverengten Beckens eine

Beckenform, welche durch unmerklichere Asymmetrie der beiden Beckenhälften, in Folge halbseitiger Umwandlung des letzten Lendenwirbels in einen Kreuzbeinwirbel und Verwachsung desselben mit dem ersten Kreuzwirbel zu Stande kommt; die Beckenhälfte der normalen Seite ist hierbei weiter, indem die *linea arcuata* einen grössern Bogen beschreibt. 6) Das dreiwinkelige Becken: der Beckeneingang hat die Form eines Dreiecks mit abgerundeten Winkeln, dessen Basis das Kreuzbein ist, angenommen. In höhern Graden dieser Missstaltung werden die Ränder dieses Dreieecks nach innen convex, berühren sich und können sogar theilweise verschmelzen. Die obere Beckenapertur hat die Form eines Kartenherzens angenommen. In diesem Becken, dessen Neigung auch sehr gering ist und bei dem sich sogar die Schambeinfuge über die Ebene des Promontoriums erheben kann, erreicht die Verengerung der Beckenhöhle den höchsten Grad. Es ist dieses Becken vorzugsweise, doch nicht ausschliesslich, das Ergebniss der Osteomalacie, die geringern Grade kommen auch in Folge von Rhachitis vor.

Ausser diesen Missgestaltungen, welche in den meisten Fällen durch Rhachitismus, Osteomalacie und Krümmungen der Wirbelsäule hervorgerufen werden, existiren auch noch dergleichen in Folge von Hüftgelenkleiden. Coxalgische Missgestaltungen des Beckens, sowie Formveränderungen desselben in Folge gewaltsamer und veralteter Luxationen des Schenkelkopfes (nach rück- und aufwärts), sind danach verschieden, ob das Gelenkübel auf beiden Seiten oder nur auf einer bestand. Im erstern Falle finden sich die *ossa pelvis* mehr oder weniger abgemagert, besonders das Scham- und Sitzbein verjüngt, der ganze Beckenraum und vorzüglich der Ausgang erweitert. In Folge der Abmagerung und gleichzeitigen Erweiterung hat die Beckenhöhle an Höhe, ihre Achse an Länge verloren, das Becken ist niedriger, seine Neigung grösser geworden, die Lenden-Wirbelsäule erleidet eine Lordose. Bestand das Hüftgelenkleiden nur auf einer Seite, dann wird das Becken auf der kranken Seite weiter und niedriger, das *os pelvis* magert ab, der Sitzknorren rückt nach auf- und auswärts, der Beckenausgang erweitert sich dadurch, der Schambogen bekommt eine geringere Spannung, die *linea innominata* verflacht sich und das Darmbein nimmt eine mehr steile Richtung an. Das Auswärtszerren des Sitzhöckers findet sich nur dann, wenn die verrenkte Gliedmaasse noch zum Gehen gebraucht wurde. — Ausser den Missgestaltungen unterliegt das Beckenskelet auch noch: der Lockerung und Trennung der Synchondrosen, oder Synostose derselben; der Hyperostose (vorzüglich als Osteophytbildung rings um das Hüftgelenk) und Atrophie (bei coxalgischen Processen und veralteten Luxationen; der Caries und Necrose (besonders am Hüftgelenke, und nach Decubitus), welche nicht selten tuberculöser Natur sind, oder von einem Krebse ausgehen; der Rhachitis und Osteomalacie, welche die Missgestaltungen des Beckens bedingen.

Rumpfskelet der Wirbelthiere. — *a)* Bei den **Säugethieren** zeigt die Wirbelsäule in Bezug auf die Wirbel: eine grosse Beständigkeit in der Zahl der Halswirbel, denn sehr allgemein finden sich 7; die Mittelzahl der Rückenwirbel ist 12, doch haben 11—14 Stück die Affen, Fledermäuse, Carnivoren (gewöhnlich 13) und Ruminanten; die Edentaten, Pachydermen haben meist 15—20, die Cetaceen 11—18, die grösste Zahl (23) kommt dem zweizehigen Faulthiere zu. Von den Lendenwirbeln gibt es 3—7, selten mehr; die Affen haben meist 4, die übrigen Säugethiere meist mehr als 5 Stück, die geringste Zahl ist 2 *(Myrmecophaga didactyla)*, die höchste 9 (Loris). Das Kreuzbein ist in der Regel sehr schmal, gerade und aus 2—5 verschmolzenen Wirbeln gebildet. Sehr allgemein kommt eine Schwanzwirbelsäule vor, welche nur bei einigen höheren Affen, wie beim menschlichen *os coccygis*, auf 4—5 verkümmerte Wirbel reducirt ist. Gewöhnlich finden sich 20—30 und selbst 40 Schwanzwirbel; nur die ersten derselben sind noch sehr wirbelähnlich, während sie gegen das Ende des Schwanzes hin durch Verlust der Fortsätze immer mehr den Phalangen der Finger ähnlich werden. Allgemeines Kennzeichen der Säugethierwirbel ist, dass ihre vordern und hintern Körperflächen eben oder flach vertieft sind und durch Bandknorpel verbunden werden. Die Zahl der Rippen entspricht der Zahl der Rückenwirbel. Das Brustbein ist meist breit und aus 3 Stücken zusammengesetzt; das Manubrium nimmt im Allgemeinen das Schlüsselbein und die 2 ersten Rippen auf. Das Becken der Säugethiere ist niemals so weit, und die Seitenwandbeine sind immer schmäler, flacher und länger als beim Menschen. — *b)* Bei den **Vögeln** zeigen die verschiedenen Abtheilungen der Wirbelsäule mancherlei eigenthümliche Einrichtungen. So wechselt die Zahl der Wirbel ausserordentlich; Hals-

wirbel finden sich stets mehr als bei den Säugethieren, in der Regel 11—12 (selten 9 oder 10), wie bei den meisten Raub-, Sing- und Klettervögeln, 13—15 bei den Hühnern, 16—19 bei den langhalsigen Sumpf- und Wasservögeln, 23—24 beim Schwan. Der Atlas, articulirt mit dem Kopfe durch eine Gelenkfläche so, dass letzterer ganz im Kreise herum und nach hinten gedreht werden kann. Von den Rückenwirbeln finden sich meist 7—9, selten 10 oder 11; die Lendenwirbel sind mit dem Kreuzbeine und dem Becken zu einem Knochen, zum Lendenheiligbeine, verwachsen und an diesem unterscheidet man 9—15—19 Abtheilungen. Die Zahl der Rippen variirt nach der der Rückenwirbel; die wahren Rippen verbinden sich durch eigene lange, den Rippenknorpeln entsprechende Knochen (Brustbeinrippen, *ossa sternocostalia*), beweglich mit dem Sternum. Das Brustbein ist ansehnlich breit, stellt ein längliches Viereck dar und hat in der Mitte auf der Vorderfläche einen starken Kamm zur Anlage des grossen Brustmuskels. Am hintern Rande kommen ein oder mehrere, durch Sehnenhäute verschlossene Ausschnitte *(excisurae obturatoriae)* oder Löcher vor. Das Becken ist hinten durch die meist langgezogenen Darmbeine, welche mit dem Lendenheiligbeine zu einem Knochen verbunden sind, vollkommen geschlossen, vorne dagegen, wegen der sehr allgemeinen Nichtvereinigung der Schambeine (nur beim Strauss findet sich eine Schambeinfuge), offen; häufig ist das Darmbein auch mit den letzten Rippen und den Rückenwirbeln verwachsen. Der Boden des Acetabulum ist immer nur von Bandmasse gebildet. — *c)* Die **Amphibien** zeigen im Baue der Wirbelsäule ausserordentliche Verschiedenheiten; die Zahl der Wirbel steigt über 100; die abweichendste Bildung von Wirbeln, Rippen und Brustbein kommt den Schildkröten zu, indem hier eine Verschmelzung eigener Hautknochen mit dem Skelete statt findet, wodurch Rücken- und Bauchschild gebildet werden (nur die 8 Halswirbel sind beweglich). Hinsichtlich der Bildung des Beckens haben noch die Saurier und Chelonier die meiste Aehnlichkeit mit den Säugethieren, während bei den übrigen Amphibien die Beckenrudimente mehr oder weniger verkümmert gefunden werden. — *d)* Bei den **Knochenfischen** besteht die Wirbelsäule eigentlich nur aus Brust- und Schwanzwirbeln, da auch die ersten Wirbel schon Rippen tragen; die Zahl der Wirbel steigt bis über 200; ihre obern Dornfortsätze sind besonders ansehnlich, an den Schwanzwirbeln existiren auch noch untere Dornfortsätze. Auf und an den obern Dornfortsätzen sitzen, gewöhnlich mit letzteren über eine grössere oder geringere Strecke häutig verbundene, platte, oft ansehnliche, auf den Seitenflächen mit vorspringenden Knochenleisten versehene Nebendornen (obere), welche nach oben die Flossstrahlen tragen. Aehnliche untere Nebendornen und Flossenstrahlen finden sich auch an der Afterflosse. Die meisten Knochenfische sind mit Rippen versehen, welche aber stets von vorne nach hinten comprimirt oder rundlich sind, und häufig dünne Gräten darstellen. Bei vielen Fischen kommen fälschlich sogenannte Nebenrippen vor, die aber nur grätenartige Seitendornen sind, welche sich oberhalb der wahren Rippen an die Wirbel befestigen. Nur bei wenigen Fischen finden sich Theile, die man sehr entfernt mit einem Brustbeine vergleichen kann. Ein Becken fehlt oder findet sich nur sehr rudimentär und ist dann nicht mit der Wirbelsäule verbunden, sondern liegt blos im Fleische oder stösst an die vordern Schlüsselbeine. Die **Knorpelfische** sind in ihrem Baue ganz verschieden von den Knochenfischen; die Wirbelsäule bildet bisweilen nur ein Faserknorpelrohr *(chorda dorsalis)* mit Gallerte gefüllt und mit fibröser Haut umgeben, welche oben ein Rohr für das Rückenmark bildet; alle besondern Abtheilungen und Knochenrudimente fehlen. Letztere finden sich bei einigen Knorpelfischen am obern und untern Umfange des Faserknorpelrohres, die obern enthalten wohl auch Dornfortsätze. Rippen kommen vielen Knorpelfischen zu; das Beckenrudiment ist der Hüftbeinknorpel.

Gliedmaassen, Extremitäten.

Die Knochen der Gliedmaassen zerfallen in die der obern und der untern Extremität, gehören, mit Ausnahme des Schulterblattes, der Kniescheibe, der Hand- und Fusswurzelknochen, zu den Röhrenknochen, und sind unter allen Knochen des Skelets am beweglichsten unter einander verbunden, so dass sie ein, für die verschiedenen Verrichtungen des täglichen Lebens sehr brauchbares Hebelwerk darstellen. Die knöcherne Grundlage der dem Rumpfe zunächst liegenden Abschnitte der Extremitäten (Schulter und Becken) wird durch breite, jede folgende Hauptabtheilung durch langröhrige Knochen gebildet, deren Zahl sich gegen das Ende der Extremität hin vermehrt, während die Grösse derselben sich vermindert. [Ueber die Gelenke und Bewegungen der Extremitäten s. später in der *Syndesmologie* und *Myologie*.]

Die Knochen der obern **Extremität** zerfallen in die der Schulter, des Oberarms, des Vorderarms und der Hand. Das Schlüsselbein (s. Bd. I. S. 93), welches den Arm mit dem Rumpfe verbindet ohne denselben

aber zu tragen (denn sein äusseres Ende steht höher als das innere und ist ohne Unterlage), hält wie ein Strebepfeiler (den Pectoralmuskeln entgegenwirkend) das Schultergelenk in gehöriger Entfernung vom Thorax und bringt so dem Arme die nöthige Freiheit in seinen Bewegungen. Je kraftvoller und freier die Bewegungen der vordern Extremitäten bei den Thieren werden, desto grösser und entwickelter ist die Clavicula (z. B. bei den Kletterern, Flughäutern, Erdwühlern), während die Thiere, welche ihre Vorderbeine nur zu den Bewegungen des Gehens und Laufens verwenden, seiner verlustig sind (wie die Ein- und Zweihufer, die Dickhäuter). Die rechte Clavicula soll länger und stärker gekrümmt sein, als die linke; bei der Frau ist das Schlüsselbein gerader und besonders an seiner äussern Hälfte nicht so stark gebogen, wie beim Manne. Nach *Hyrtl* ist das Schlüsselbein (männliches und weibliches) um so mehr gekrümmt, um so stärker und rauher, je anhaltender der Arm zu schwerer Arbeit gebraucht wird. Bei Leuten, die eine hohe Schulter haben, ist es auf dieser Seite mehr gebogen. Die Krümmung des innern Endes des Schlüsselbeins ist für den ungestörten Verlauf der Subclaviagefässe und des Brachialgeflechtes sehr zweckmässig angebracht. Die Brüche des Schlüsselbeins, welche am häufigsten in seiner Mitte oder äussern Hälfte stattfinden, sind entweder Folgen einer die Schulter von aussen treffenden Gewalt, oder des Rückstosses eines Falles auf die ausgestreckte Hand oder den Ellenbogen. — Das Schulterblatt (s. Bd. I. S. 91) bildet ein dreieckiges Schild an der hintern Thoraxwand (von der 2. bis 7. Rippe) und ist kein ganz platter Knochen, sondern von oben nach unten geschweift, um sich an den convexen Rücken besser anschmiegen zu können. Seine Grösse, Stärke und Rauhheit hängt wie die des Schlüsselbeins von dem anhaltendern und kräftigern Gebrauche des Armes (der Schulterblattmuskeln) ab. — Das Oberarmbein (s. Bd. I. S. 94) ist nicht ganz gerade, sondern an seinem untern Drittel etwas nach einwärts gebogen; an seinem obern Ende ist der anatomische und chirurgische Hals zu unterscheiden, von denen ersterer oberhalb, letzterer dicht unterhalb der Tubercula sich befindet. Zuweilen ragt etwa 2—3″ über dem innern Condylus aus der Mitte der innern Fläche ein 3—4‴ langer, gerader oder hakenförmiger, nach hinten und unten gekrümmter Fortsatz *(processus supracondyloideus)* hervor, welcher als Andeutung des bei vielen Säugethieren vorkommenden Loches für den Armnerven und die entsprechende Arterie *(canalis supracondyloideus)* angesehen werden kann. Bei Menschen, welche viel mit den Armen arbeiten, ist das Oberarmbein dicker, rauher und mit stärker entwickelten Fortsätzen versehen. — Die beiden Vorderarmknochen, *radius* und *ulna* (s. Bd. I. S. 95), haben einen ziemlich ähnlichen Bau, verhalten sich aber hinsichtlich ihrer Lage insofern verkehrt zu einander, als die *ulna* ihr dickeres Ende oben, dagegen der *radius* unten hat (so dass erstere mehr zur Bildung des Ellenbogen-, letzterer mehr zu der des Handgelenkes beiträgt); es befindet sich ferner das Köpfchen bei der *ulna* am untern, beim *radius* am obern Ende; die *ulna* ragt weiter nach oben, der *radius* nach unten. Jeder dieser Vorderarmknochen hat eine doppelte Krümmung; der *radius* ist nach vorn convex und nach innen concav (besonders an seinem untern Ende), die *ulna* folgt anfangs der Krümmung des *radius* nach vorn, entfernt sich aber am untern Ende wieder von ihr, so dass ihre Achse eigentlich eine langgedrehte *S*förmige Curvatur beschreibt. Die grösste Breite des Zwischenknochenraumes befindet sich am Vereinigungspunkte des mittlern und untern Drittels. — Am Handskelete (aus 27 Knochen: 8 Handwurzel-, 5 Mittelhand- und 14 Fingerknochen) ist der lange, freibewegliche und starke Daumen von Wichtigkeit, denn er zeichnet die Menschenhand vorzüglich aus und macht sie zu ihren vielfachen Verrichtungen tauglich (s. Bd. I. S. 98).

Abnormitäten der Armknochen. Zu den angebornen Fehlern an der obern Extremität gehört: der Mangel oder die Verkümmerung dieses oder jenes Knochens derselben, wie des Schlüsselbeins, Oberarmbeins, eines Vorderarmknochens u. s. f.; ferner die Verschmelzung der Mittelhand- oder Fingerknochen. Erworbene Grösse- und Gestaltsabweichungen sind gewöhnlich die Folge von Brüchen, nicht eingerichteten Ver-

renkungen, von Osteoporose, Caries oder Necrose, von Neuralgieen und Lähmungen, Rhachitismus. Die Gelenkenden der röhrenförmigen Armknochen und die Handwurzelknochen sind häufig der Sitz tuberculöser (scrofulöser) Zerstörung.

Armgerüste der Wirbelthiere. *a)* Bei den **Säugethieren** ist allgemein ein **Schulterblatt** vorhanden, nur ist die Gräte und der Haken desselben nicht immer entwickelt. Dagegen fehlt das **Schlüsselbein** den Cetaceen, Wiederkäuern, Einhufern, Pachydermen, auch einigen Nagethieren und Fleischfressern, bei den Quadrumanen stimmt es am meisten mit der Bildung beim Menschen überein, ist aber verhältnissmässig noch grösser und stärker. Das **Oberarmbein** ist bei manchen Säugethieren (bei den schwimmenden und grabenden) sehr kurz und breit, bei andern (Fledermäusen, Affen) lang und dünn. Die *fossa olecrani* ist bei verschiedenen Affen, Fleischfressern und Nagern durchbohrt; mehrere Edentaten und Beutelthiere haben am *condylus internus* den *canalis supracondyloideus.* Auf die **Vorderarm-** und **Handknochen** hat das Element, in welchem die Thiere leben, besondern Einfluss, der durch besondere Bedürfnisse und Lebensweisen weiter modificirt wird. Im Allgemeinen finden sich 2 **Vorderarmknochen**; die **Handwurzel** besteht immer aus mehreren, kleinen, in 2 Reihen stehenden, vielgestaltigen Knochen, deren Zahl zwischen 5 und 11 variirt; die **Mittelhand** besteht meistens aus 5 länglichen Knochen, fällt aber auch auf 4, 3 (Rhinoceros) und selbst auf 1 Knochen herab, wie bei den Wiederkäuern und Pferden, welcher aber bei den letzteren noch zwei kürzere, griffelförmige Anhangsknochen, als Rudimente zweier seitlicher Mittelhandknochen hat. Auch finden sich gewöhnlich 5 **Finger**, von denen aber der Daumen sehr rudimentär ist und nur ein kleines Knochenglied hat, welches selbst zuweilen fehlt. Die Wiederkäuer haben allgemein nur 2 Finger, doch sind die Afterklauen und ihre kleinen Phalangenknöchelchen als fernere Fingerrudimente zu betrachten. Selten vermindert sich die Zahl der **Phalangen** eines Fingers auf 2, oder vermehrt sich auf 6—11 (bei den Cetaceen). Bei den Einhufern und Ruminanten nennt man das hinterste Fingerglied **Fesselbein**, das mittlere **Kronenbein**, das vorderste **Hufbein**. Zwischen der Mittelhand und den 1. Phalangenreihen liegen sehr allgemein ansehnliche Sesambeine, beim Pferde **Gleichbeine** genannt; die Sesambeine zwischen den Nagelgliedern und mittlern Phalangen heissen **Strahlbeine**. — *b)* Die **Vögel** haben als Schultergerüste ein langes, schmales, etwas gekrümmtes **Schulterblatt**, welches hinten und oben die Rippen deckt und vorne mit dem Hakenschlüsselbein verbunden ist. Dieses sogenannte **hintere Schlüsselbein** vereinigt sich mit dem Brustbeine; ausserdem findet sich noch sehr allgemein ein vorderes V förmiges Schlüsselbein, die sogenannte Gabel *(furcula)*, welches häufig mit dem Brustbeinkamme zusammenhängt. In der Gelenkmembran der Schulter liegt bei den Raub-, Sing- und Klettervögeln constant ein Knochen (**Schulterkapselbeinchen**), welcher mit einer überknorpelten Fläche auf dem Kopfe des Oberarmbeins spielt. Das **Oberarmbein** articulirt an der vom Hakenschlüsselbein und Schulterblatte gebildeten Gelenkfläche, und ist bald sehr kurz, breit, bald lang, dünn. Die beiden **Vorderarmknochen** sind in der Regel, zumal bei grössern, durch Flugkraft ausgezeichneten Vögeln, die längsten Knochen. Die **Handwurzel** wird aus 2 kleinen, selten fehlenden Knochen gebildet; die **Mittelhand** hat dagegen stets nur einen einfachen, aus zwei oben und unten zusammengeschmolzenen Knochen mit einer Lücke in der Mitte gebildeten. Das stärkere Stück desselben trägt an der Radialseite den Daumen und bildet den Mittelhandknochen für den Mittelfinger, die Spitze des schmäleren Stückes verbindet sich mit dem kleinen Finger. Der **Daumen** (welcher dem Pinguin fehlt) besteht meist nur aus einer länglichen, ansehnlichen Phalanx, welche den Afterflügel *(alula, ala spuria)* trägt, und bisweilen auch noch ein zweites, mit Hornbekleidung versehenes Nagelglied. Der **Mittelfinger** ist der längste und besteht meist aus 2, seltener aus 3 Gliedern; der **kleine Finger** hat immer nur 1 Glied. — *c)* Die **Amphibien** besitzen meistens ein aus 2 Stücken gebildetes **Schulterblatt** und doppelte **Schlüsselbeine**, von denen das hintere breiter, das vordere grätenförmig schmal ist. In der Anordnung der vordern Extremitäten nähern sich die Amphibien den Säugethieren. Bei vielen entwickelt sich ein eigener Knochen in der Strecksehne oberhalb des Ellenbogenknorrens, welcher der Kniescheibe vergleichbar ist und **Ellenbogenscheibe** *(patella brachialis)* genannt wird. — *d)* Bei den **Knochenfischen** entsprechen die **Brustflossen** den vordern Extremitäten; die knöcherne Grundlage derselben (bisweilen nur 1 oder 2 Knöchelchen) fehlt selbst in dem Falle nicht, wo äusserlich keine Flossen vorhanden sind. In der Regel ist der oberste, dem **Schulterblatte** entsprechende Knochen gabelförmig gespalten und mit dem Hinterhaupte verbunden; auf diesen folgt eine Art **vordereres Schlüsselbein**, welches gross, nach vorn meist halbmondförmig ausgeschweift ist, und mit dem der andern Seite zusammenstösst, so einen Gürtel für die vordern Extremitäten bildend, welcher die Hauptstütze für die Flosse abgibt. Nach hinten und innen von diesem Knochen findet sich ein aus 2 Stücken zusammengesetzter langer rippenförmiger Knochen, welcher dem **hintern** oder **Hakenschlüsselbeine** analog sein soll. Das **Oberarmbein** und die **Vorderarmknochen** bestehen aus 2 oder 3 platten, oft sehr ansehnlichen, mit Oeffnungen durchbrochenen Knochen, an welche sich eine Reihe kleiner, platter Knöchelchen, der **Handwurzel** und **Mittelhand**, ansetzen, die wiederum die den **Fingergliedern** entsprechenden **Flossenstrahlen** *(radii pinnae pectoralis)* tragen, welche die Grundlage der Brustflosse bildet. — Unter den **Knorpelfischen** fehlt den Cyclostomen jede Art von Extremitäten, während sich dieselben bei den Stören, Chimären, Rochen und Haifischen als Brust- und Bauchflossen vorfinden und denen der Knochenfische ziemlich ähnlich sind.

Die **Knochen der untern Extremität** zerfallen in die des Oberschenkels, Unterschenkels und des Fusses; auch könnte man noch die Hüfte hinzurechnen, insofern diese der Schulter an der obern Extremität gleicht. Das **Oberschenkelbein** (s. Bd. I. S. 104), welches nur beim Menschen und

einigen Affen länger als das Schienbein ist, bildet an seinem obern Ende zwischen Hals und Mittelstück, wo die Trochanteren ansitzen, einen Winkel, der sich beim Weibe und Greise mehr als beim Manne einem rechten nähert, worauf zum Theil die geringere Körpergrösse des Weibes und Greises beruht, sowie auch das stärkere Hervortreten des grossen Trochanters und die grössere Disposition zu Schenkelhalsbrüchen. Am weiblichen Schenkelbeine ist der Hals länger und mehr wagrecht. Die Spitze des grossen Trochanters liegt mit dem Mittelpunkte des Schenkelkopfes in derselben Höhe und man kann deshalb aus der Lage dieser Spitze auf die Lage des Schenkelkopfes, auf den Grad seiner Dislocation, und auf die Richtung des Schenkelhalses schliessen. Der Schenkelhals ist in seiner compacten Substanz von oben nach unten dicker, als von vorn nach hinten; ferner ist seine obere und untere Wand stärker als die vordere und hintere; vorzüglich ist die untere namhaft dicker als die obere, und stellt hier einen concaven Bogen dar. Im höhern Alter ist (nach *Hyrtl*) dieser Bogen, dessen Dicke sonst 2—3‴ beträgt, regelmässig dünner, schwächer und bisweilen nur kartenblattdick (daher die Häufigkeit der Schenkelhalsbrüche), überhaupt der ganze Schenkelhals poröser. Bei angeborner Verrenkung des Schenkelkopfes fehlt bisweilen die *fossa pro lig. terete* an demselben. Schenkelhalsbrüche innerhalb des Kapselbandes heilen wahrscheinlich deshalb so schwer und selten ohne beträchtliche Deformität, weil kein provisorischer Callus, der durch die umgebenden Weichtheile gebildet wird, sich erzeugen kann. — Die Unterschenkelknochen, *tibia* und *fibula* (s. B. I. S. 106), unterscheiden sich bedeutend durch ihre Stärke von einander; das Schienbein, welches beim Gehen und Stehen den ganzen Druck der Körperlast auszuhalten hat, ist der bei weitem stärkere Knochen; während das Wadenbein, welches zur Bildung des Kniegelenkes nichts beiträgt, sehr dünn ist und durch sein unteres Ende (äussere Knöchel) nur das seitliche Ausweichen des Fusses verhindern soll, weshalb es auch durch starke Bänder an die Tibia befestigt ist. Die vordere Kante des Schienbeins besitzt eine leicht *S*förmige Krümmung, welche nicht für ein Zeichen der Rhachitis zu halten ist, welche sich vielmehr durch einen nach vorn convexen Bogen der Tibia ausspricht. Das Schienbein hat das grösste Ernährungsloch unter allen Knochen, und dieses befindet sich an der hintern Fläche nahe am äussern Winkel, 2—4″ vom obern Schienbeinende entfernt. Durch dieses Loch, welches in einen abwärts gerichteten Kanal führt, tritt mit der *art. nutritia* auch noch ein Nervenzweig (vom *nerv. tibialis*). Die Kniescheibe ist das selbstständig gewordene Olecranon. — Der Fuss, welcher das Piedestal des Körpers bildet, besteht aus einem festen, aus kleinen aber starken Knochen zusammengesetzten Gerüste; von den 7 Knochen der Fusswurzel articulirt nur der Astragalus mit dem Unterschenkel, und nur das Fersenbein stemmt sich beim Stehen auf den Boden, wie dies vorn am Fusse die Köpfchen der Mittelfussknochen (Fussballen) thun. Da die Mittelfussknochen nicht in einer horizontalen Ebene neben einander liegen, sondern der Metatarsusknochen der grossen und kleinen Zehe niedriger stehen, so bekommt der Fussrücken eine Wölbung von vorn nach hinten und von aussen nach innen, die Fusssohle aber in denselben Richtungen eine Aushöhlung. Fusswurzel und Mittelfuss bilden sonach eine Art Kuppel, welche den Boden beim Stehen nur mit dem Fersenhöcker und den Köpfchen der Mittelfussknochen (besonders der grossen Zehe) berührt. Die Körperlast sucht diesen Bogen beim Aufstemmen abzuflachen, macht den Fuss länger und breiter. Die Zehen, welche in ihrem Baue wesentlich mit dem der Finger übereinstimmen, dienen nicht mehr zum Stützen des Körpers, sondern dazu, dem Gehen und Stehen mehr Sicherheit zu geben, indem sie sich wie elastische Druckfedern an den Boden andrücken. Die grosse Zehe ist bei allen Antiken kürzer als die zweite; beim Affen ist sie den übrigen Zehen entgegenstellbar, was den Affenfuss zum Dienste einer Hand befähigt und beim Menschenfusse nicht der Fall ist. Nur die Hottentotten sollen eine opponirbare grosse Zehe besitzen (wohl nur eine stärker adducirbare?).

Abnormitäten der Fussknochen. Auf eine ähnliche Art, wie die Knochen der obern Extremitäten als ursprüngliche Bildung mangelhaft, oder verkümmert, unvollständig, verkrüppelt gefunden werden, werden es auch die der untern. Eigenthümlich ist ihnen aber die Verschmelzung der Knochen beider Beine, und zwar in verschiedenem Grade (blos die Füsse, oder auch die Unter- und Oberschenkel betreffend) mit gleichzeitiger Drehung der Knochen um ihre Achse nach vorn, d. i. die Sirenenbildung *(monopodia)*, wobei das Becken und seine Organe mangelhaft und die Knochen des Beines mehr oder weniger verkümmert sind. Häufig erscheint die Grösse und Gestalt der Knochen in den untern Extremitäten regelwidrig; der Grund davon liegt meistens in Rhachitismus, Klumpfüssen, enger Fussbekleidung. Von den Brüchen dieser Knochen ist die Fractur des Schenkelhalses, welche innerhalb und ausserhalb des Kapselbandes erfolgen kann, sowie die (quere oder senkrechte) der Kniescheibe von besonderer Wichtigkeit. Uebrigens tritt auch an diesen Knochen gern tuberculöse (scrofulöse) Zerstörung, sowie Entzündung, Osteoporose, Caries und Necrose auf; auch zeigt sich hier häufiger als an den Knochen des Armes Schwund in Folge von Lähmung der Muskeln und Neuralgie, sowie sogenannte gichtische und syphilitische Anschwellungen.

Skelet der hintern Extremitäten bei den Wirbelthieren. — *a)* Bei den **Säugethieren** haben die hintern Extremitäten durchgehends eine grosse Aehnlichkeit mit den vordern. Das Oberschenkelbein ist dem des Menschen ähnlicher als das Oberarmbein; der grosse Trochanter ist oft sehr gross, der kleine fehlt dagegen zuweilen, und bei einigen Thieren (beim Pferd, Rhinoceros) findet sich aussen noch eine Art dritten Rollhügels. Am Unterschenkel ist das Schienbein immer der Hauptknochen und gibt die eigentliche Stütze ab; das Wadenbein ist oft nur sehr rudimentär (bei den Ruminanten); sehr allgemein findet sich auch eine Kniescheibe, welche vielleicht nur einigen Beutelthieren fehlt. Von den Fusswurzelknochen existiren im Durchschnitt 7, wie bei den Quadrumanen, Fleischfressern und Beutelthieren, nur 5 bei den Wiederkäuern, 6 bei dem Kamele und den Einhufern. Die Mittelfussknochen gleichen so ziemlich ganz und gar den Mittelhandknochen; die Zehen verhalten sich wie die Finger. — *b)* Die **Vögel** haben ein Oberschenkelbein, welches stets kleiner als die Knochen des Unterschenkels ist und eine Rinne am äussern Höcker des untern Gelenkkopfes hat, der dadurch in eine Rolle für das Wadenbein verwandelt wird. Das immer sehr lange und starke Schienbein ist durch eine Knochenbrücke ausgezeichnet, welche am untern Ende schief zum äussern Gelenkknorren tritt und unter welcher die Sehne des *extensor digitor. communis* weggeht. Oben ist das Schienbein in einen nach oben und vorne vorspringenden kammförmigen Fortsatz ausgezogen, über und hinter welchem die (oft grosse und unförmliche) Kniescheibe liegt. Das Wadenbein ist stets sehr dünne und läuft öfters nach unten in einen blossen Knorpelfaden aus. Fusswurzelknochen fehlen allgemein; im Mitttelfusse findet sich nur ein sehr langer und starker, unten für die 3 Zehen in drei Rollen auslaufender Hauptknochen, an welchem ein sehr kleiner Nebenknochen, bisweilen mit einem Gelenkkopfe für eine grosse Zehe, ansitzt. Die meisten Vögel haben 4 Zehen, und dann hat die grosse (hintere oder innere) Zehe sehr constant 2, die nächste 3, die mittlere und längste 4, und die äussere Zehe 5 Glieder; nicht selten fehlt die grosse Zehe. — *c)* Bei den **Amphibien**, von denen übrigens einige keine oder nur Rudimente von hintern Extremitäten haben, ist der Oberschenkelknochen ansehnlich und bisweilen (bei den Cheloniern) stark gekrümmt; Schien- und Wadenbein finden sich nur bei den ungeschwänzten Batrachiern nicht, wo nur ein einfacher Knochen mit Andeutung der Theilung vorhanden ist; eine Kniescheibe entwickelt sich öfters (besonders bei vielen Sauriern) in der Strecksehne der Oberschenkelmuskeln; eine zweite Patella kommt bei mehrern Batrachiern (besonders Pipa) hinten zwischen Unterschenkel und Fusswurzelknochen vor. Die Fusswurzelknochen liegen in 2 oder 3 Reihen, sind von verschiedener Zahl und bleiben öfters knorpelig. Die Mittelfussknochen entsprechen den Mittelhandknochen; ebenso mit einigen Ausnahmen die Zehen den Fingern. — *d)* Die hintern Extremitäten sind bei den **Knochenfischen** ebenso wie das Becken nur sehr rudimentär, wenn sie überhaupt vorhanden sind, und nicht mit der Wirbelsäule verbunden; sie liegen blos im Fleische oder stossen an die vordern Schlüsselbeine; für beide findet sich ein gewöhnlich paariger, länglicher, platter Knochen, der an seinem hintern Rande den Zehentheil oder die Bauchflosse trägt. Bei den **Knorpelfischen** fehlen oft die hintern Extremitäten (Bauchflossen); bei den Plagiostomen und Chimären sind sie dagegen etwas vollkommner als bei den meisten Knochenfischen.

Knorpellehre, *Chondrologia.*

Die Knorpel, *cartilagines*, sind nebst den Knochen und Horngebilden die festesten Bestandtheile des menschlichen Körpers, und zeichnen sich durch den hohen Grad von Elasticität und Biegsamkeit neben ihrer Festigkeit aus. Auch sind sie eines jener Gewebe, welche bei der Entwickelung des Embryo

mit zuerst auftreten und wegen der Einfachheit ihrer Structur sehr bald als bestimmtes Gebilde zu erkennen sind. Dieselben bestehen nämlich aus einfachen Bläschen (Knorpelzellen), welche in eine Grundsubstanz eingebettet liegen; einige von ihnen bleiben während des ganzen Lebens Knorpel (permanente), andere wandeln sich dagegen im Verlaufe der weitern Entwickelung in Knochensubstanz um (ossificirende Knorpel).

I. Eigenschaften und Nutzen der Knorpel.

a. **Physikalische Eigenschaften.** Die Knorpel stehen hinsichtlich der Mischung, Textur, Form und überhaupt ihrer ganzen Natur nach, den Knochen am nächsten und sind meistens wie diese (d. h. alle frei liegenden Knorpel, mit Ausnahme der Gelenkknorpel) mit einer sehnigen Haut, Knorpelhaut, *perichondrium*, überzogen, die aber nicht so fest, wie das Periosteum am Knochen, angeheftet ist, weil aus ihr weit weniger Blutgefässe in den Knorpel eintreten. Knorpel sind feste, trockne, harte (doch nicht knochenharte, denn sie lassen sich mit dem Messer schneiden), glatte, zusammendrückbare, aber nicht dehnbare, sehr elastische und biegsame Körper, welche nach ihrer verschiedenen Zusammensetzung eine bläuliche, gelbliche oder röthlichweisse Farbe haben, der Maceration und Fäulniss lange widerstehen, und bei starker Biegung und in grössern Stücken quer durchbrechen, besonders wenn sie von keiner Haut umgeben sind; die Bruchflächen sind glatt, körnig oder faserig. In dickeren Stücken ist der Knorpel undurchsichtig, in dünnern Schichten durchscheinend, und in sehr dünnen Lamellen fast durchsichtig; der Luft ausgesetzt werden manche Knorpel dunkelroth (wie die des Ohres, der Ohrtrompete und Luftröhre); getrocknet sind sie braun, sehr durchscheinend, hart und spröde, nehmen dann aber, wenn sie längere Zeit in Wasser eingeweicht werden, durch Einsaugung desselben allmälig ihre früheren Eigenschaften wieder an. In den frühern Lebensjahren sind die Knorpel weicher, biegsamer, sehr geschmeidig, bläulich oder milchweiss, fast durchscheinend und von Glasglanz; mit den Jahren nehmen sie allmälig an Undurchsichtigkeit, Härte und Sprödigkeit zu und gehen im Alter, wo sie poröser, voluminöser, brüchig, gelb, glanzlos und undurchsichtig werden, wohl auch in Knochensubstanz über; in dem mittlern Lebensalter ist ihre Elasticität am grössten. Das specifische Gewicht der Knorpel beträgt 1,15—1,16.

b. **Chemische Eigenschaften.** Die chemische Zusammensetzung der Knorpelsubstanz, welche einige Aehnlichkeit mit der der Knochen hat, ist noch nicht ganz genau ergründet, besonders fehlt es noch an einer chemischen Untersuchung der einzelnen Bestandtheile des Knorpels, d. h. seiner Grundsubstanz und Zellen; letztere scheinen nämlich eine von der der erstern verschiedene Zusammensetzung zu haben, denn sie werden durch Kochen entweder nicht oder doch viel langsamer verändert (in Chondrin aufgelöst), als die Grundsubstanz. Man fand im Knorpel: Wasser, Leim, extractartige Materien und Salze.

1) Wasser enthält das Knorpelgewebe im gebundenen Zustande mehr als ⅔ seines Gewichts (55 — 70 p. C.) und diesem verdankt es seine Farbe und Elasticität, denn getrocknet (wo es an Wasser über die Hälfte seines Gewichtes verliert) wird es spröde, braungelb, durchsichtig und hart, nimmt aber in Wasser eingeweicht seine vorige Farbe, Biegsamkeit und Elasticität wieder an. — 2) Der Knorpelleim, *Chondrin* (s. S. 135), ein von *Müller* so benannter eigenthümlicher, leimartiger, organischer Bestandtheil des Knorpels, findet sich hauptsächlich in der Grundsubstanz desselben, weshalb ächte Knorpel, in welchen diese Substanz die Zellen überwiegt, sich schon nach 15—18stündigem Kochen in heissem Wasser vollständig zu gelatinirendem Chondrin auflösen, während die Faserknorpel, in welchen die Zellen der Masse nach überwiegen, d. s. die spongiösen oder gelben Knorpel *Miescher's* (wie Ohrknorpel, Epiglottis), erst nach 48stündigem Kochen eine geringe Menge von Extract liefern, welches nicht gelatinirt, sich aber sonst ganz wie Chondrin verhält, d. i. nicht gelatinirendes Chondrin, welches auch in den Knorpelfischen vorkommt. Dasselbe findet bei den Knorpeln des Fötus statt, welche noch grösstentheils aus Zellen bestehen. Nach *Müller* findet sich das Chondrin in allen wahren, permanenten Knorpeln und im Knochenknorpel vor der Ossification, während der Faser-, Gelenk- und Knochenknorpel nach der Ossification Tischlerleim, *colla*, gibt. — 3) Mit kaltem Wasser ausgezogen liefert der Knorpel dieselben extractartigen Materien, wie das Fleisch (Eiweissstoff, Osmazom), mit Ausnahme des Farbestoffes. — 4) Die Menge der unorganischen Bestandtheile des Knorpels (3—4 p. C.) ist weit geringer als bei den Knochen, aber unter diesen finden sich verhältnissmässig viel mehr in Wasser lösliche Salze. Nach *Fromherz* und *Gugert* enthalten 1000 Theile völlig ausgetrockneter Knorpelsubstanz: organische Substanz (Chondrin und Extracte) 965,98; unorganische Substanz (34,02) wie: kohlensaures Natron 11,93 — schwefels. Natron 8,66 — Chlornatrium 2,80 — phosphors. Natron 0,31 — kohlens. Kalk 6,25 — phosphors. Kalk 1,38 — phosphors. Talk 2,35 — Eisenoxyd (und Verlust) 0,34.

c. **Lebenseigenschaften** (Ernährung). Die Knorpel besitzen keine sichtbaren Nerven und Lymphgefässe, auch erhalten sie, und wahrscheinlich auch nur beim Embryo und Neugebornen, sehr wenig feine, farblose Blutgefässe, die aus dem sie umkleidenden Perichondrium oder aus dem Knochen, mit dem der Knorpel in Verbindung steht, eindringen. Wenn die Bildung des Knorpels vollendet ist, so ziehen sich die Gefässe aus demselben zurück, so dass die meisten Knorpel beim Erwachsenen gefässlos sind; nur auf ihrem Perichondrium verbreiten sich Blutgefässe, die hier und da (Rippenknorpel) sparsame Aestchen in den Knorpel schicken sollen. Wegen dieses Nervenmangels und der Blutarmuth sind die Knorpel völlig unempfindlich, zeigen keine Lebensbewegungen und besitzen keine bedeutende Lebensfähigkeit. Die Vegetationsfähigkeit ist in ihnen eine höchst geringe, ihre Entstehung und ihr Wachsthum beruhen nicht, wie in den meisten andern Theilen, auf Stoffwechsel mittels der Blut- und Lymphgefässe, sondern nur auf der selbstständigen Entwickelung der Knorpelzellen mittels des imbibirten Plasma, und mit Beendigung desselben scheint auch das Leben dieser Zellen erloschen, und somit der ganze Vegetationsprocess im Knorpel, wenn auch nicht ganz beendet, doch wenigstens auf das Minimum reducirt zu sein, und keine weitere Veränderung der einmal gebildeten Knorpelsubstanz durch den Ernährungsprocess mehr statt zu finden. Die Knorpelsubstanz regenerirt sich deshalb auch nicht; getrennte Knorpelstücke vereinigen

sich also nicht durch neu erzeugte Knorpelmaterie, sondern nur durch häutige Substanz, neues verbindendes Zellgewebe und durch das Zusammenwachsen ihres Ueberzugs; nur bei den Rippen- und Gelenkknorpeln, in denen man sparsame Gefässe entdeckt haben will, wollen Einige eine wirkliche Reproduction gesehen haben.

Die Erscheinungen bei Verletzungen und Krankheiten der Knorpel deuten alle darauf hin, dass in ihnen kein ähnlicher Vegetations- und Reproductionsprocess statt finde, wie in andern, mit Blutgefässen versehenen, Gebilden. Denn bei Verwundung derselben fliesst weder Blut aus, noch treten Zeichen von Entzündung an ihnen ein, und verändern Knorpel ihre Farbe oder Consistenz, so ist dies wohl nicht Folge einer Entzündung derselben, sondern Folge der Einwirkung der krankhaft veränderten Nachbartheile (wie der imbibirten Synovia, des Eiters u. s. w.), welche in Berührung mit dem Knorpel denselben entfärben, erweichen und auflösen. — Bei den Knorpeln der Rippen sah man von der concaven Oberfläche aus Gefässe eindringen, die zuerst meist quer nach der Mitte und dann ein Stück in der Achse des Knorpels verliefen. *Weber* hält die Kanäle in diesen Knorpeln, die sich durch ihre rothe Farbe auszeichnen, nicht für Blutgefässe, sondern für eine Art Markröhren, an deren Wänden sich erst das Blut in feinern Arterien und Venen vertheile. — Nur wenn die Knorpel in Knochen übergehen, bilden sich Blutgefässe in der Substanz derselben. Da nun die Gelenkknorpel niemals ossificiren, so scheinen sie bei einer Ankylose vorher zerstört werden zu müssen. Accidentelle Neubildung von Knorpelsubstanz kommt häufiger vor, besonders im serösen und fibrösen Gewebe (z. B. Gelenkmäuse, die an der äussern Seite der Synovialkapsel entstehen, als gestielte Geschwülste in die Gelenkhöhle dringen und endlich frei in dieselbe fallen; Knorpelgeschwulst, *Enchondrom Müller's*), auch scheint sie oft, doch nicht immer, der abnormen Verknöcherung voranzugehen.

d. **Nutzen der Knorpel.** Wegen seiner Starrheit, Härte, Elasticität und Biegsamkeit kann der Knorpel seine Form, unabhängig von jeder äussern Unterstützung, behaupten und so die Form von Organen, denen er zur Grundlage dient, bestimmen. Zugleich kann er einem stärkern Drucke oder Biegung etwas nachgeben, stellt aber sogleich die frühere Form wieder her. Wegen dieser physikalischen Eigenschaften wird der Knorpel 1) zur Grundlage solcher Theile (besonders Höhlen) verwandt, welche eine bestimmte Form besitzen müssen und nie ganz zusammenfallen dürfen, aber doch zugleich beugsam und nachgiebig sein sollen und deren Durchmesser bedeutenden Veränderungen unterworfen ist; z. B. die Ohren, Nasenspitze, der Kehlkopf, die Luftröhre und ihre Zweige in den Lungen, der Gehörgang, die Eustach'sche Trompete, der vorderste Theil der Rippen an der Brusthöhle, die Spitze des Brust- und Steissbeins. — 2) Da, wo die Enden zweier mit einander beweglich oder unbeweglich verbundener Knochen auf einander drücken, stossen oder reiben würden, sind entweder die Oberflächen dieser Enden mit einer dünnen ($\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}'''$ oder höchstens $1'''$ dicken) Knorpellage überzogen, oder zwischen beiden liegt eine Knorpelscheibe. — 3) An den Stellen, wo Sehnen hin- und hergleiten und sich reiben würden, befindet sich ein knorpeliges Polster, welches mit sehnigen Fasern (Faserknorpel) untermischt ist. — 4) Die Knochen besitzen eine knorpelige

Grundlage, der sie den geringen Grad von Biegsamkeit, welchen sie haben, verdanken. Hier ist aber die Knorpelsubstanz noch mit viel Knochenerde verbunden.

II. Textur der Knorpel.

Alle Knorpel zeigen sich unter dem Mikroskope als aus einer, entweder homogenen oder faserigen Grundsubstanz und aus Zellen bestehend, welche letztere in Form kleiner Körnchen (deshalb Knorpelkörperchen genannt) in grösserer oder geringerer Anzahl, in mehr oder minder besimmter Ordnung in die Grundsubstanz eingesprengt sind und sich weit später in Leim auflösen, als die Grundsubstanz (s. vorher chem. Eigenschaften). Ist die Grundsubstanz homogen, hell und durchscheinend, so erscheint der Knorpel weiss oder bläulichweiss (d. s. die weissen Knorpel *Krause's*, ächten Knorpel *Henle's*, Zellenknorpel *Gerber's*, gelatinirendes Chondrin gebende *Müller's*, *Miescher's* Knorpel mit Knorpelkörperchen, *Meckauer's cartilagines genuinae*); ist sie dagegen faserig, so bekommt der Knorpel eine gelbliche Färbung, die um so auffallender ist, je mehr die Zahl der Fasern die der Zellen überwiegt (d. s. die gelben elastischen Knorpel *Krause's*, Faserknorpel *Henle's*, die gelben spongiösen Knorpel *Miescher's*, Netzknorpel *Gerber's*, die nicht gelatinirendes Chondrin gebenden Knorpel *Müller's*, *cartilagines flavae Meckauer's*). Doch gibt es auch Uebergänge zwischen diesen beiden Arten von Knorpeln, indem die homogene Grundsubstanz in spätern Lebensjahren faserig werden kann und die faserige Grundlage der Faserknorpel früher homogen zu sein scheint. Von den weissen Knorpeln findet man zuweilen einige nach der Mitte des Lebens verknöchert; die gelben Knorpel ossificiren aber niemals. Der Anfang der stets im Innern des Knorpels beginnenden Verknöcherung gibt sich durch grössere Härte, Zunahme des specifischen Gewichts, grössern Gefässreichthum und Bildung von spongiöser Knochensubstanz zu erkennen.

a. Die **Grundsubstanz, Intercellularsubstanz,** besteht α) bei den weissen Knorpeln, wo sie den grössten Theil der Masse bildet, aus einer gleichförmigen, durchsichtigen, wasserhellen (intercelluläre Hyalinsubstanz) oder mattweissen, schwach körnigen oder undeutlich faserigen Masse, welche durchsichtiger als die Zellen und nach *Krause* aus dicht an einander gedrängten, rauhen, jedoch nicht granulirten Fibrillen (oder Lamellen?) von $^1/_{500}$''' Dm. zusammengesetzt ist, die in der Querrichtung, von der einen breiteren Fläche des Knorpels zur andern, beinahe gerade, nur sehr leicht wellenförmig gebogen, verlaufen. Nach *Henle* kommen aber solche Fasern nur in einigen ächten Knorpeln Erwachsener (besonders im Rippen- oder Schildknorpel) vor und hier sind fast stets die Kerne der Knorpelzellen in Fett verwandelt; auch scheint mit der Neigung zur Faserbildung die Neigung zur Verknöcherung verwandt zu sein, denn in Knorpeln, welche niemals ossificiren, findet man auch nie eine Spur von Faserung. Sie tritt an einzelnen Stellen auf, ist anfangs blass und äusserst fein, später bilden sich steife Fasern, nicht dicker wie Zellgewebsfibrillen, die zuweilen wie aus longitudinal an einander gereihten Körnchen zusammengesetzt scheinen, und Bündel bilden, welche aus einander weichen, um die Knorpelzellen zwischen sich zu nehmen. Diese Fasern sind nicht mit einer Art undeutlicher, blasser, paralleler

Streifung zu verwechseln, die auf eine Schichtung der homogenen Grundlage zu deuten scheint. β) Bei den **gelben** elastischen Knorpeln bildet die Intercellularsubstanz im Allgemeinen den kleinern Theil der Masse; sie ist undurchsichtig und besteht aus kurzen, dunklen, rauhen und starken Fasern, die entweder ziemlich parallel neben einander liegen, oder häufig in Winkel gebogen, wie verfilzt sind, und sich durchkreuzend eine Art von Netzwerk mit grossen Maschen darstellen, in welchen die durchsichtigeren Knorpelzellen liegen. Die Fasern dieser gelben Knorpel sind von Zellgewebsfasern sehr verschieden, doch gibt es einige wenige Knorpel (*cartilago interarticularis* im Sterno-Claviculargelenke und Unterkiefergelenke), welche von einzelnen Zellgewebsbündeln durchzogen werden. — In der Grundsubstanz bemerkt man nun Höhlen (**Knorpelhöhlen** *Henle's*) von verschiedener Gestalt und Grösse und in verschiedenen Abständen von einander, welche fein granulirt erscheinen und von einer hellen Masse, von Zellen und Zellenkernen ausgefüllt sind. Kleinere Höhlen von 0,006‴ Dm. enthalten in sehr seltenen Fällen nur **ein** kleines, scharfbegränztes rundes Körperchen von etwa 0,001‴ Dm.; in andern scheint dieses Körperchen von einem feinen körnigen Wesen umgeben, welches nach *Schwann* der Anfang eines secundären Bläschens sein würde. Diese Knorpelhöhlen sind nicht blosse Lücken und Grübchen in der Grundsubstanz, sondern einfache oder auch neue Generationen von Zellen enthaltende Zellen, deren Wände entweder noch vorhanden, so dass die Höhlung durch eine eigenthümliche Haut gegen die Grundsubstanz abgesetzt ist, oder mit der Grundsubstanz verschmolzen sind.

b. **Knorpelkörperchen, Knorpelzellen,** *corpuscula s. acini cartilaginum*, sind meistens ovale, oft auch rundliche oder rundlich-eckige, spindelförmige, nicht selten an einer Seite abgeplattete Bläschen, welche fein granulirt, bald heller, bald dunkler, meist in den weissen Knorpeln dunkler, in den gelben heller als die Grundsubstanz erscheinen und entweder noch eine von dieser gesonderte oder mit ihr verschmolzene Hülle besitzen. Sie sind entweder einfache Zellen mit einem oder mehrern Zellenkernen und Kernkörperchen oder, wie meistens in den gelben Knorpeln, Mutterzellen (Zellen mit eingeschlossenen neuen, secundären Zellen oder Tochterzellen) und scheinen ausser dem Kerne eine noch klare zähe Flüssigkeit einzuschliessen. — Die **Grösse** der **Knorpelzellen** ist sehr verschieden und richtet sich zum Theil nach ihrer Gestalt; nach Krause beträgt ihre Länge $^1/_{180}$ — $^1/_{50}$‴, ihre Breite oder Dicke $^1/_{250}$ — $^1/_{64}$‴. Die **Zellenkerne**, welche rund, oval, nierenförmig, eckig oder ganz unregelmässig, fein- oder grobkörnig oder glatt, mit keinen oder seltener mit einfachen oder doppelten Kernkörperchen (von $^1/_{1260}$‴ und weniger Dm.) versehen sind, sich bisweilen zu Fetttröpfchen entwickeln oder mehrere feine Fetttröpfchen enthalten und dann etwas grösser sind, messen $^1/_{510}$ — $^1/_{128}$‴ und liegen in der Mitte oder am Rande der Zelle, bisweilen von dieser dicht umschlossen oder durch einen mehr oder minder grossen Zwischenraum von der Zellenwand getrennt. Die **Mutterzellen**, welche $^1/_{120}$ — $^1/_{50}$‴ im Dm. haben, enthalten meist 1—3 Zellen von verschiedener Entwickelungsstufe, gewöhnlich von mittlerer Grösse und ovaler Gestalt, mit einem Kerne und Kernkörperchen. Bisweilen zeigen sich die einzelnen Zellen der Mutterzelle durch schmale Brücken der homogenen Grundsubstanz getrennt und diese bilden so den Uebergang zu den deutlich durch Grundsubstanz getrennten, aber gruppenweise beisammenliegenden einfachen Zellen. Zwei eigenthümliche Bildungen von Zellen fand *Henle* in den *ligg. intervertebralia* und in der Epiglottis. In ersteren sah er nämlich einigemal rundliche Zellen mit dem gewöhnlichen, excentrischen Zellenkerne, welche mit einer in concentrischen Schichten abgelagerten Substanz gefüllt schienen; es liefen im äussern Rande concentrische Streifen, einer vom andern eingeschlossen, fast bis zum Mittelpunkte der Zelle. In der Epiglottis traf er dagegen grosse ovale und runde Zellen, die nur noch im Innern eine schmale längliche Höhlung zeigten, von der aus nach allen Seiten sich feine, ästige Kanäle bis fast zur Oberfläche erstreckten; ganz ähnlich also den Poren-

oder Tüpfelkanälen (s. S. 56) und den Knochenkörperchen mit den Kalkkanälen (s. S. 266).

Die **Anordnung** und Anzahl der Knorpelzellen ist verschieden; an einigen Stellen liegen sie in Haufen, sich beinahe berührend, zusammen, an andern dagegen mehr vereinzelt bis zu $\frac{1}{20}'''$ aus einander; häufig sind sie ohne alle auffindbare Ordnung in der Grundmasse eingelagert, in manchen Knorpeln zeigt aber ihre Anordnung manche constante Eigenthümlichkeiten. Näher an der Peripherie des Knorpels sind sie nach *Krause* sparsamer vorhanden und mehr platt gedrückt, spindelförmig, im Innern findet man sie zahlreicher und mehr oval oder rundlich-eckig. Im Allgemeinen liegen sie zum Theil in einer dünnen peripherischen Schicht zu einigen mit den Oberflächen des Knorpels parallelen Reihen geordnet; grösstentheils hingegen bilden sie im Innern des Knorpels Reihen, welche senkrecht gegen die Flächen des Knorpels gerichtet sind und bei den Verbindungsknorpeln bis zu der mit den Knochen vereinigten Oberfläche sich erstrecken. Daher brechen diese Knorpel am leichtesten in transversaler Richtung und zeigen auf den Bruchflächen ein rauh- und grobfaseriges oder blättriges Ansehen, welches von den Reihen der Zellen und den zwischen ihnen befindlichen Streifen der Grundsubstanz herrührt.

III. Entwickelung und Wachsthum der Knorpel.

a. Die **Entstehung** des Knorpels folgt den allgemeinen Entwickelungsgesetzen (s. S. 145) und es wird jedenfalls zuerst ein Cytoblastem abgesetzt (von dem die spätere Intercellularsubstanz der Rest ist), welches wahrscheinlich vor den Zellen und in der Begränzung vorhanden war, wie sie später der Knorpel zeigt (denn die Intercellularsubstanz bildet stets den Rand des Knorpels). Wie aber in dem Cytoblastem die ersten Zellen zu Stande kommen, ist noch nicht beobachtet worden, wahrscheinlich jedoch auf dieselbe Weise, wie sich die spätern, beim Wachsthume des Knorpels entstehenden Zellen bilden; so nämlich, dass zuerst der Kern vollendet ist (denn man sieht reife Kerne theils nackt, theils von engen und weiten Zellen umschlossen), der sich entweder als körnige Masse um das primär gebildete Kernkörperchen niederschlägt oder aus gleichartigen Körnchen zusammengesetzt wird und dann keinen *nucleolus* besitzt. *Schwann* fand aber auch junge Knorpelzellen, die keinen Kern oder nur ein kleines, dem *nucleolus* ähnliches Körperchen enthielten. Anfangs, wo die Intercellularsubstanz noch weich ist, lassen sich die mit einer sehr dünnen und zarten, schwachkörnigen Zellenmembran versehenen Zellen leicht herausdrücken und sie liegen so dicht, dass sie sich zum Cytoblastem wie 3 : 1 verhalten. Ihr Inhalt ist eine klare Flüssigkeit und ein ovaler oder runder, nicht platter Zellenkern. Dieser Kern wächst eine Zeit lang noch mit der Zelle fort, dann nimmt dieser aber rascher an Umfang zu und sondert sich bestimmter in Hülle und Inhalt. Die weitere Entwickelung der Zellen besteht nun aber hauptsächlich in einer Umwandlung ihres flüssigen Inhaltes, welcher theils als körniger Niederschlag um den Zellenkern sich ablagert, theils als Keimstoff für neue, innerhalb der alten (Mutterzellen) entstehende junge (Tochter-, secundäre) Zellen, theils und zwar hauptsächlich zur Verdickung der Zellenmembran verbraucht wird. Im letztern Falle setzt sich an die innere Fläche der Zellenwand allmälig immer mehr neue Masse an und die Wand fliesst endlich mit dem Cytoblastem ganz zusammen (zur Grundsubstanz). Bei niederen Thieren dehnen sich die Zellen zuweilen so aus, dass sie an einander stossen und die Intercellularsubstanz fast ganz verdrängen. Bei den höhern Wirbelthieren werden aber, während sich die Zellen ausdehnen, auch die Brücken der Intercellularsubstanz zwischen denselben breiter.

b. Das **Wachsen** des Knorpels beruht theils in der angegebenen Entwickelung und Vergrösserung der verschiedenen Zellen, die in der ganzen Dicke des Knorpels vor sich zu gehen scheint, theils auf der Vermehrung

der Zellen und der Intercellularsubstanz. Die **Bildung neuer Zellen** geschieht aber: theils **innerhalb** der alten Zellen (endogene Zeugung; s. S. 148), theils **zwischen** denselben in der Intercellularsubstanz, hauptsächlich jedoch in der äussersten Schicht des Knorpels, wo von den Gefässen des Perichondriums neues Cytoblastem abgesetzt wird. Die Zeugung von Zellen in Zellen, die auch in den parmanenten Knorpeln des Erwachsenen noch fortdauert, lässt sich daraus deutlich erkennen, dass sich primäre Zellen vorfinden, welche 1—3 junge Zellen von verschiedener Entwickelungsstufe enthalten. Es scheint, als ob diese Tochterzellen nach und nach die Mutterzellen ausfüllten, verdrängten, selbstständig und dann durch Streifen von Intercellularsubstanz von einander geschieden würden, um nun wieder junge Zellen in sich zu bilden u. s. f., bis der Knorpel das Ziel seiner typischen Entwickelung erreicht hätte. — Die **Vermehrung der Intercellularsubstanz** findet theils **unmittelbar** statt, indem aus den Gefässen des Perichondriums an der Oberfläche des Knorpels neues Cytoblastem abgeschieden wird, also durch Apposition neuer Schichten, theils **mittelbar**, durch Verdickung der Zellenwände und Verschmelzung derselben mit der Grundsubstanz, was entweder auf Kosten der Zellenhöhle oder bei gleichzeitiger Ausdehnung derselben mittels schichtweiser Apposition an die innere Fläche der Wand geschieht. Hierbei können sich auch Poren- oder Tüpfelkanäle (s. S. 56) bilden, wie *Henle* an der Epiglottis fand. Diese Vermehrung der Intercellularsubstanz durch Verdickung der Zellenwand scheint bei den Faserknorpeln gar nicht, bei den ächten, permanenten Knorpeln nur selten, und nur bei den verknöchernden Knorpeln (s. *Osteogenesis* S. 269) gewöhnlich vorzukommen. Wie die Fasern in der Intercellularsubstanz weicher Knorpel entstehen, ist noch nicht eruirt.

IV. Verschiedene Arten der Knorpel.

Zunächst kann man alle Knorpel eintheilen in: *a)* **bleibende**, ***cartilagines permanentes***, die während des ganzen Lebens regelmässig nicht verknöchern, sondern Knorpel bleiben; sie zerfallen wieder in **wahre** und **Faserknorpel**; und in *b)* **verschwindende, verknöchernde Knorpel**, ***cartilagines temporariae s. ossescentes***, an deren Stelle beständig und vollständig Knochen treten. Sie bilden die Grundlage aller Knochen und sind entweder ***cartilagines formativae***, **Knochenbildungsknorpel**, d. i. Knorpel vor der Ossification, oder ***cartilagines ossium***, **Knochenknorpel**, d. i. Knorpel nach der Ossification. Nach ihrer Structur, chemischen Natur und Function theilt man ausserdem noch die Knorpel verschiedentlich ein.

A. **Bleibende Knorpel.** I. **Wahre, ächte Knorpel**: d. s. *Henle's* ächte und Faserknorpel, *Krause's* weisse und gelbe Knorpel, *Gerber's* Zellen- und Netzknorpel, *Miescher's* Knorpel mit Knorpelkörperchen und mit spongiöser Bildung, *Meckauer's cartilagines genuinae* und *flavae*, *Müller's* gelatinirendes und nicht gelatinirendes Chondrin gebende Knorpel. *a) Henle* nennt diejenigen **ächte** Knorpel: welche eine **homogene Grundsubstanz** haben, wie die Trochlea, die Knorpel der Nase und des ganzen Respirationsapparates mit Ausnahme der Santorinischen, keilförmigen Knorpel und der Epiglottis, die *corpuscula triticea* in den *ligg. hyothyreoidea lateralia*, die Rippenknorpel und der *processus xiphoideus*, endlich die Gelenkknorpel mit einziger Ausnahme des dünnen, knorpeligen Ueberzuges der *cavitas glenoidea* und des *condylus* des Kiefergelenks. Dagegen gibt er den Knorpeln mit **faseriger Grundlage**, die sich durch einen höheren Grad von Biegsamkeit und Elasticität, so wie die mehr oder minder entschiedene gelbe Färbung vor

den ächten Knorpeln auszeichnen, im Wesentlichen aber dieselbe Zusammensetzung wie diese haben, den Namen der **Faserknorpel** und rechnet zu ihnen: die *ligg. intervertebralia*, die Synchondrosen, die Knorpel des Ohres, die Epiglottis, die *cartilagines Santorinianae* und *Wrisbergianae*, den Knorpel der *tuba Eustachii*, ferner die *cartilago interarticularis* des Sterno-Claviculargelenkes und die knorpeligen Ueberzüge der Gelenkflächen des Kiefergelenks. — *b) Krause* theilt die wahren Knorpel in **weisse**, *cartilagines albae*, welche von milchweisser, oft leicht bläulicher Farbe, durchscheinend, härter und weniger biegsam, als die gelben sind: und in **gelbe elastische Knorpel**, *cartilagines flavae elasticae s. spongiosae*, von mattgelblicher Farbe, wenig durchscheinend, von geringerer Steifigkeit und viel grösserer Elasticität, als die weissen Knorpel, äusserst biegsam, sehr schwer zu durchbrechen und auch eine Ausdehnung ihrer Länge nach gestattend. Die gelben Knorpel kommen im menschlichen Körper nur sparsam vor und zu ihnen gehören nur die Knorpel des äussern Ohres und Gehörganges, der freiliegende Theil der knorpeligen *tuba Eustachii*, die Epiglottis und Santorinischen Knorpel. Alle übrigen Knorpel sind weisse, bei denen die Intercellularsubstanz den grössern Theil der Masse bildet und die beim Kochen gelatinirendes Chondrin geben, während die gelben Knorpel sich durch Kochen in weniger und nicht gelatinirendes Chondrin auflösen, meistens Mutterzellen besitzen und in dem geringern Theile ihrer Masse aus Grundsubstanz bestehen. — *c) Gerber* nimmt folgende 2 Arten von ächten Knorpeln an: α) **Zellenknorpel**, die in einer intercellulären Hyalinsubstanz zerstreute Zellen, die sogenannten Knorpelkörperchen, enthalten; β) **Netzknorpel**, welche von einem dem elastischen Gewebe mehr oder weniger entsprechenden Faden- oder Fasernetz durchwoben sind, in dessen Maschen zum Theil Knorpelzellen eingeschlossen liegen. — *d) Miescher* rechnet zu unsern wahren Knorpeln: α) **Knorpel mit Knorpelkörperchen**, wie die meisten permanenten Knorpel, die nur in einzelnen Fällen und im Alter ossificiren; und β) die **spongiösen Knorpel**, mit ganz schwammiger, durch und durch grosszelliger Bildung, bei denen die Knorpelsubstanz blos die Wände der ansehnlichen Zellen einnimmt. — *e) Meckauer* gibt folgende Eintheilung der wahren Knorpel: I. *Cartilagines genuinae;* entweder *a) figuratae*, wie: die Rippenknorpel, der *processus xiphoideus*, die Knorpel der Respirationsorgane (Luftröhre, *cartilago thyreoidea*, *cricoidea*, *arytaenoidea*, *triticea*), der Knorpel des *processus styloideus*, die Nasenknorpel; oder: *b) articulares*. II. *Cartilagines flavae:* wie die *tuba Eustachii*, Ohrknorpel, Epiglottis, oberer Augenlidknorpel, die Santorinischen Knorpel. — *f)* Nach *Müller* geben die weissen Knorpel (so wie der Knochenknorpel vor der Ossification) viel **gelatinirendes Chondrin**, die gelben dagegen wenig und **nicht gelatinirendes**. — *g)* Nach ihrem Vorkommen und ihrer Function gibt es folgende Knorpel.

a. **Gerüst-** oder **Organenknorpel**, sind die selbstständigen Knorpel und stehen mit Häuten und Weichgebilden in directer Verbindung, ohne Bezug auf das Skelet zu haben. Die weichen Theile, denen sie eine bestimmte Form geben, bekommen durch sie eine gewisse Steifigkeit und zugleich eine grosse Biegsamkeit und Elasticität. Es sind meistens dünne, verschieden gebogene Scheiben oder Platten, die von jener eigenthümlichen feinen Knorpelhaut, *perichondrium*, fest umkleidet sind. Sie liegen entweder unter der Haut oder an der äussern Fläche der Schleimhaut oder zwischen beiden, und halten diese ausgespannt. Zu ihnen gehören die Knorpel des Ohres, äussern Gehörganges, der äussern Nase, der Zunge, Eustach'schen Trompete, der Augenlider, Luftröhre und ihrer Zweige und des Kehlkopfes. Von diesen Knorpeln findet man nach der Mitte des Lebens am häufigsten

die *cartilago thyreoidea* und *cricoidea* des Larynx mehr oder weniger vollständig verknöchert, seltener die *cartilagines arytaenoideae* und die Luftröhrenknorpel.

Zunächst an der freien Oberfläche dieser Knorpel findet sich eine Schicht abgeplatteter Knorpelhöhlen, welche relativ um so mächtiger ist, je dünner der Knorpel. Zunächst dieser Rindenschicht liegen die Höhlen dann dichter gedrängt, sind grösser und enthalten mehr Zellen, als weiter nach innen. In dünnen Knorpelscheiben fällt dieser Unterschied zwischen peripherischer und centraler Substanz weg und der ganze Raum innerhalb der abgeplatteten Zellen ist gleichmässig von runden, meist einfachen Zellen erfüllt, zwischen denen die Grundsubstanz nur schmale Brücken bildet.

b. **Verbindungsknorpel,** haben ihre Lage an den Gränzen von 2 Knochen und machen etweder einen Bestandtheil der Knochen selbst aus, oder liegen als selbstständige Körper zwischen den Knochenenden. Im erstern Falle, wo eine bewegliche Verbindung zwischen den beiden Knochen stattfindet, sind sie mit einem Theile der Synovialkapsel überzogen; die letzteren, welche sich zwischen 2 unbeweglich mit einander verbundenen Knochen befinden, werden von der Beinhaut, die von einem Knochen zum andern übergeht, bekleidet. Es sind:

α) **Gelenkknorpel,** *cartilagines articulares,* dünne, etwa $\frac{1}{4}$ — 2''' dicke, sehr weisse, feste, gebogene Knorpelscheiben, welche die Gelenkflächen der Knochen, sowohl Gelenkköpfe als Gelenkhöhlen, überziehen. Sie sind in der Mitte dicker als an den Rändern und mit dem Knochen dadurch ganz fest verwachsen, dass dieser an der Verbindungsstelle mit einer Menge dicht gedrängter, kleiner Erhabenheiten (blind endigende Markkanälchen) versehen ist, welche in Vertiefungen des Knorpels stecken; Gefässe dringen aus dem Knochen nicht in seinen Knorpelüberzug ein. Die freie, in die Gelenkhöhle sehende Fläche des Gelenkknorpels ist mit feiner Synovialhaut überzogen, welche innig mit ihr verwächst. Indem diese Knorpelplatten die Knochenenden glatt und etwas elastisch machen, vermindern sie die Reibung derselben gegen einander.

Diese Knorpel enthalten meistens kleine Höhlen, welche die Cytoblasten (2—4) eng umschliessen. Kommen mehr als 2 Kerne vor, so sind sie in der Regel alle in einer Längsreihe geordnet, so dass die Höhlen die Form langer und schmaler Kanäle haben, welche von aneinandergereihten kleinen, kernhaltigen Zellen ausgefüllt werden. Zunächst der freien Oberfläche des Gelenkknorpels liegen die Knorpelhöhlen mit ihrem längsten Durchmesser in einer dem freien Rande parallelen Ebene, sind zahlreicher als im Innern, kürzer und etwas abgeplattet. Nach der Tiefe und gegen die Vereinigungsstelle mit dem Knochen hin werden die Höhlen länger und ihre Längenachse kommt meist senkrecht oder etwas schief auf die freie Oberfläche zu stehen. An den knorpeligen Ueberzügen kleinerer Knochen ist die Menge der Höhlungen grösser, die oberflächliche Lage platter Zellen nicht so deutlich; die äussersten sind zwar klein, aber rundlich, nur wenige in der Nähe des Knochens haben eine elliptische Form; die mittlere Lage zeigt rundliche Höhlen mit einfachen oder mehrfachen Zellen.

β) **Knorpel der Nähte und Synchondrosen.** Erstere sind dünne, hautartige Knorpelstreifen, die an den Rändern von Knochen liegen, welche eine Naht bilden (s. Bd. I. S. 27); letztere sind länglichplatte oder scheibenförmige Knorpelstücke, welche auf beiden Flächen mit den Knochen auf das innigste verschmelzen und vom *periosteum* überzogen werden, welches von einem Knochen zum andern übergeht.

γ) **Knorpelige Knochenverlängerungen** (Knochengerüstknorpel), d. s. die Rippenknorpel, welche der Brusthöhle eine elastische Wandung geben. An den Rippenenden bilden sie verlängerte Gelenkknorpel, die mit der fortgesetzten Beinhaut der Rippen überzogen sind; mit dem Brustbein verbinden sie sich durch Gelenkkapseln und werden hier von Synovialhaut bekleidet. Die Rippenknorpel haben bei einer platten Form die bedeutendste Länge, weshalb sie auch eher dem Brechen ausgesetzt sind, als andere Knorpel. Sie enthalten rothe Blut-

gefässe, welche von der innern Fläche bis zur Mitte und dann in der Achse der Knorpel weiter gehen (s. vorher).

Nach *Purkinje* und *Meckauer* findet sich in ihnen dem Perichondrium zunächst eine 3—5—8''' dicke Lage eines festeren Knorpels, der immer dieselbe Dicke beibehält und daher an der Spitze die ganze Masse ausmacht; die Knorpelkörperchen sind meist abgeplattet und gegen die Achse hin in Längsreihen geordnet, so dass sie an einem Querdurchschnitte strahlig von der Achse zur Peripherie verlaufen; sie sind etwas abgeplattet, aber so, dass die breiten Flächen in einer Ebene liegen, welche der Verbindungsfläche des Rippenknorpels mit der Rippe parallel ist. Daher kommt es, dass die Rippen leicht der Quere nach brechen.

II. **Faserknorpel, Band- oder Sehnenknorpel,** *cartilagines fibrosae s. ligamentosae*, *fibrocartilagines*, sind weisse, feste, sehr elastische und in vielen Beziehungen den wahren Knorpeln sehr ähnliche Körper, die aber weicher, biegsamer, nachgiebiger und nicht so leicht zerbrechlich als diese sind, und aus einer Mischung von sich durchkreuzenden Sehnenfasern und von in den Zwischenräumen derselben abgelagerter, mattweisser Knorpelsubstanz bestehen. In letzterer finden sich sparsame Knorpelzellen (nach *Krause* ovale, von $^1/_{80}$—$^1/_{120}$''' Dm., mit Kernen von $^1/_{250}$—$^1/_{630}$'''), die entweder zerstreut oder in Haufen beisammen liegen. *Henle* rechnet diese Knorpel, die sich chemisch wie Zellgewebe verhalten und in der Regel keine Knorpelzellen enthalten, zu den Bändern. Die Sehnenfaserbündel (nicht Kernfasern) sind in ihnen meist einander parallel geordnet und laufen dem Rande parallel. Auch der Knorpel des obern Augenlides gehört zu diesem Systeme. Der Faserknorpel besitzt kein Perichondrium, wird aber häufig vom Periosteum oder von Synovialhaut überzogen; an Gefässen ist er eben so arm, als der wahre Knorpel, doch verknöchert er seltener als dieser. Er steht überall mit dem Knochen- und Sehnengewebe in Berührung und kommt in folgender Form vor:

a. **Faserknorpel der Sehnen**; sie dienen der Bewegung der Sehnen, indem sie Platten, Scheiden oder Rollen und Ringe bilden, über und durch welche diese leichter hin- und hergleiten können. Dies findet vorzüglich da statt, wo Sehnen eine veränderte Richtung erhalten sollen oder wo sie dicht über den Knochen hinweggehen. Diese Knorpel haben meist eine längliche, rinnenförmige Gestalt und bestehen gewöhnlich aus mehrfach verflochtenen Fasern, welche in einer der Länge der Sehnenscheide und Sehnen entgegengesetzten Richtung verlaufen. — *Krause* nennt kleine Faserknorpel von planconvexer Gestalt, welche in Sehnen eingewebt sind, *fibrocartilagines sesamoideae*.

b. **Faserknorpel der Symphysen**, liegen zwischen 2 Knochenflächen, von welchen ihre Gestalt (kreis- oder scheibenförmig, viereckig) abhängt und die sie fest an einander halten, obgleich eine geringe Annäherung und Entfernung derselben möglich ist. Sie dringen mit ihren Fasern in den Knochen selbst ein und ihre freien Flächen verwachsen mit der Beinhaut.

c. **Umfangsfaserknorpel**, *labra glenoidea*, sind faserknorpelige Ringe, welche rings am Rande von Gelenkgruben angeheftet sind und diese tiefer machen. An ihrer Grundfläche, wo sie an den Knochen anstossen, sind sie dicker, nach ihrem freiem Rande zu werden sie dünner und schärfer. Mit diesem Rande umfassen sie den eingelenkten Kopf, dessen Heraustreten aus der Grube sie verhindern, ohne seine Beweglichkeit sehr zu beschränken. Theils hängen sie mit dem Gelenkknorpel, theils mit dem *periosteum* und mit Bändern zusammen.

d. **Zwischenknorpel,** *cartilagines interarticulares, menisci,* sind Scheiben oder Streifen, die in der Mitte dünner, an den Rändern dicker sind und innerhalb einiger Gelenkhöhlen und Gelenkflächen parallel liegen, welche einem starken Drucke oder häufigem Gebrauche ausgesetzt sind. Dergleichen finden sich im Kiefergelenke, Handgelenke, zwischen Schlüssel- und Brustbein, im Kniegelenke. Hier bilden sie weiche elastische Unterlagen und mindern entweder die Reibung oder vergrössern und vertiefen die Gelenkgruben. Ihre Ränder sind durch faserige Verlängerungen mit der Gelenkkapsel und den Gelenkknorpeln verwachsen und mehr oder weniger beweglich angeheftet; mit ihren Flächen verbindet sich die Synovialkapsel (s. Kapselbänder).

B. **Verschwindende Knorpel.** I. **Knochen-Bildungsknorpel, verknöchernder Knorpel,** *cartilago ossescens s. formativa*, d. i. der Knorpel vor seiner Ossification, der die erste Grundlage des spätern Knochens bildet. Er kommt hinsichtlich seines Gewebes und seiner chemischen Beschaffenheit mit dem weissen Knorpel so ziemlich überein und wurde schon bei der *Osteogenesis* S. 269 behandelt. Die Knorpelkörperchen, welche dieser Knorpel enthält, werden durch Verschmelzung der verdickten Zellenwände mit der Intercellularsubstanz zu Lücken (mit Porenkanälchen), und diese sind die spätern Knochenkörperchen (mit Kalkkanälchen). — II. **Knochenknorpel, verknöcherter Knorpel,** *cartilago ossium*, d. i. der Knorpel nach einer Ossification, die organische Grundmasse der Knochen (s. S. 261), welcher nach Ausziehung der Knochenerde durch Salzsäure noch ganz die Textur des Knochens (Knochenkörperchen, Kalk- und Markkanälchen, Knochenlamellen) besitzt und sich nicht wie der Knorpel vor der Ossification in Chondrin, sondern in Tischlerleim, *colla*, auflöst.

Krankheiten des Knorpelgewebes. Wegen seines Baues, besonders wegen seines Gefässmangels oder wenigstens der Gefässarmuth, unterliegt das Knorpelgewebe selten oder gar nicht einer primären Erkrankung. Dagegen erfährt es ziemlich häufig durch Krankheiten benachbarter Theile (des Perichondriums, der Synovialkapsel, Knochen, Bänder) eine Zerstörung. **Entzündung** erleidet nur der Faserknorpel (Kehldeckel-, Augenlid-, Zwischenwirbel- und Synchondrosen-Knorpel) und die Folge derselben kann eiterige oder jauchige Zerstörung, sowie Schrumpfung und Missgestaltung sein. Der ächte Knorpel wird in Folge der Imbibition der Entzündungsproducte der Nachbarorgane insofern verändert, als er schwillt, sich trübt und auflockert, succulenter wird, und endlich in eine feinkörnige, filzigfaserige, Zellen und Fetttröpfchen enthaltende Masse zerfällt. Häufig findet man in Gelenken (besonders mit sogen. chronischen Rheumatismus oder Gicht), deren Gebilde sonst aber keine merkliche Störung der Textur zeigen (häufig Gelenkmäuse), stellenweisen **Schwund** der Knorpelüberzüge. Für diese Atrophie (auch Usur, Uhne, Knorpelgeschwür genannt) fand *Engel* dreierlei Ursachen, nämlich Entzündung, Hyper- und Atrophie der unterliegenden Knochentheile.

Die **Uhne nach Knochenentzündung** (rheumatischer?), welche in allen Lebensaltern gleich oft vorkommen kann, ist zugleich das Ergebniss ebensowohl einer unmittelbaren Auflösung der Knorpelsubstanz durch das Entzündungsproduct als das einer Knorpelneubildung (Hypertrophie). Hierbei zeigt der Knochen Spuren von Entzündung (Verunstaltung); warzige und knollige Knorpelneubildungen von Hanfkorn- bis Erbsen-Grösse sitzen an dem Rande des Gelenkknorpels, während an andern Stellen die Knorpelmasse entweder völlig mangelt, so dass der Knochen blossgelegt ist, oder blos verdünnt erscheint. Die Ränder der Knorpellücken sind bald scharf, meist gezackt, bald allmälig ansteigend, dann gewöhnlich ausgebuchtet und nicht selten angewulstet. — Die **Uhne nach Sclerose des unterliegenden Knochens**, welche ziemlich häufig,

besonders im höhern Alter, vorkommt, kann ebensowohl auf kleinere und oberflächlichere Stellen beschränkt sein, wie den ganzen Knorpel in seiner Ausbreitung und Tiefe betreffen. Gewöhnlich erscheint der Substanzverlust mehr als eine allmälige Verdünnung, ohne deutlich unterscheidbare, scharfe, markirte Gränze; es fehlen die Wulstung der Ränder, die knorpelige Neubildung in der Umgebung der Uhne, endlich die Verunstaltung des unterliegenden Knochens. — Die Uhne durch Atrophie des unterliegenden Knochens, welche gewöhnlich nur im höhern Alter vorkommt, beginnt meist in den Rändern der Gelenkköpfe und es zeigt sich diese Stelle am Knorpel als ein nicht scharf umschriebener dunkler Punkt oder Fleck; der Knorpel ist hier verdünnt und unter ihm fehlt die Knochenrinde, dafür findet sich eine mit gallertartiger Flüssigkeit erfüllte Markzelle. Bald schwindet der überliegende Knorpel vollständig, es erscheint nun eine ziemlich beträchtliche Vertiefung, die nicht nur den Knorpel ganz durchdringt, sondern auch in den Knochen übergreift, von buchtigen, steilen, jedoch nicht gewulsteten Knorpelrändern umgeben ist, und von einer klebrigen, gallertartigen, farblosen Flüssigkeit ausgefüllt wird. In diese Höhle, welche nach der Gelenkhöhle hin offen steht, senkt sich die Synovialhaut ein, so dass das Ganze das Ansehen eines in eine Knochenlücke eingesenkten, serösen Drüsenbalges gewinnt, welcher mit dicker, klebriger, farbloser Synovia ausgefüllt ist. Allmälig vergrössert sich diese Höhle, es bilden sich neue (von der Grösse einer Erbse bis zu der einer Bohne), welche zusammenfliessen; der Knorpel wird endlich allmälig unterminirt, weich sammtartig aufgelockert, blassgelblich oder bräunlich, und grösstentheils zerstört.

Fasersystem, Bänderlehre *(Syndesmologia)*.

Das Fasersystem *(systema fibrosum)* charakterisirt sich durch ein Gewebe mit deutlich faserigem Baue, durch gänzlichen Mangel oder bedeutende Armuth an Nerven und durch eben so grosse Armuth an Gefässen, weshalb es auch dem Körper nicht durch seine Lebenseigenschaften, sondern nur durch seine physikalischen Eigenschaften nützt. Nach seiner Lage und Bestimmung ist es verschiedentlich modificirt; da, wo es feste Gränzen und Verbindungen zu bilden bestimmt ist, zeigt es keine Dehnbarkeit und Elasticität, d. i. das **sehnige Gewebe** (Fasergewebe); wo es dagegen ausgedehnt werden soll, zeigt es sich nachgiebig gegen Streckung und Ausdehnung und zieht sich nachher wieder zusammen, d. i. das **elastische Gewebe**. Beide Gewebarten stehen sich in vieler Hinsicht sehr nahe, doch unterscheiden sie sich, ausser durch die Elasticität und Farbe, auch noch in mancher andern Beziehung.

A. Sehniges Fasergewebe, Sehnengewebe, Fasergewebe, *tela fibrosa s. tendinea*.

I. Eigenschaften des sehnigen Gewebes.

Das Sehnengewebe, welches seinen Namen durch die von ihm gebildeten Sehnen der Muskeln hat und sich durch seinen Metallglanz und das schillernde (von der leichten Kräuselung der Primitivfasern abhängige) Ansehen vor allen übrigen Geweben auszeichnet, besteht aus deutlich sichtbaren, bläulich- oder gelblichweissen, silber- oder atlasglänzenden, ziemlich trockenen, sehr festen (*Mascagni* schätzt die Kraft, welche die Achillessehne zu zerreissen im Stande ist, auf 1000 ℔),

ziemlich biegsamen und geschmeidigen, aber nicht elastischen Fasern. Das Sehnengewebe verträgt keine plötzliche bedeutende Ausdehnung, lässt sich aber, wenn diese langsam und beständig fortgesetzt wird, sehr bedeutend ausdehnen (wie die *linea alba* bei der Schwangerschaft und Bauchwassersucht beweist). Auch zieht sich das Sehnengewebe allmälig zusammen, und zwar, wie es scheint, nicht nur nach vorausgegangener, aber wieder aufgehobener Ausdehnung, sondern überhaupt wenn der Contraction kein anderweitiges Hinderniss im Wege steht. Deshalb kommen oft an Gelenken und Theilen, die längere Zeit ein und dieselbe Lage einnahmen, bei der Bänder oder Sehnen erschlafft wurden, Contracturen oder Verkrümmungen ohne alle organische Veränderung und Muskelcontraction, blos durch Verkürzung dieser Bänder und Sehnen vor; auch vermag sich das Sehnengewebe selbst bedeutenden Umfangs- und Lagenveränderungen zu accommodiren. Es dürfte demnach diesem Gewebe doch ein gewisser Grad von organischem Zusammenziehungsvermögen zuzuschreiben sein. — Die Fasern, ***Fibrae tendineae***, Sehnenfasern, sehnige Fasern, aus denen dieses Gewebe zusammengesetzt ist, und die selbst wieder aus Fäserchen, ***fibrillae tendineae*** (s. Textur), bestehen, werden durch Zellgewebe zu grössern rundlichen oder platten Bündeln vereinigt, welche entweder parallel neben einander liegend dicke rundliche oder platte Stränge bilden (d. s. Sehnen und Bänder), oder sich durchkreuzend und filzartig verwebend, dünne, breite, membranartige Ausbreitungen (Aponeurosen, Fascien, Periosteum und andere Sehnenhäute) darstellen.

Chemische Eigenschaften. Das sehnige Gewebe (von 1,1226 spec. Gew.) kommt hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung mit dem Zellgewebe überein; seine Hauptbestandtheile sind: Wasser, welches fast $^2/_3$ seines Gewichts (in 100 Theilen 62,03 nach *Chevreul*) beträgt und ihm seine Farbe und Biegsamkeit ertheilt, und Leim, *colla* (s. S. 134), in welchen es durch Kochen gänzlich aufgelöst wird. Getrocknet erscheint es durchsichtig hart, spröde, hornartig, bräunlichgelb, bernsteinartig, wieder in Wasser gelegt, saugt es davon ein und bekommt allmälig seine vorigen Eigenschaften wieder. Bleibt es längere Zeit im Wasser, so erweicht es ohne aufzuschwellen und lässt sich dann leicht in Faserbündel zerlegen; nach noch längerer Zeit verwandelt es sich in einen weisslichen, gleichförmigen Brei. Die Sehnen erweichen früher als die Bänder. In grosser Hitze zieht sich das Sehnengewebe sehr stark zusammen, beim Kochen mit Wasser wird es anfangs dichter, härter, gelblich, ausdehnbar und elastisch nach und nach durchsichtig, weich und verwandelt sich endlich in Leim; nur einige faserige Theile bleiben noch zurück, welche wahrscheinlich Gefässchen sind, nicht aber Faserstoff, denn die essigsaure Auflösung wird durch blausaures Kali nicht gefällt. Das Sehnengewebe des Fötus gibt wenig gerinnenden Leim.

Lebenseigenschaften. Das sehnige Gewebe besitzt nur sehr feine und sparsame Blutgefässe, welche sich in dem die Fasern verbindenden Zellgewebe verbreiten und nur sehr wenige Zweige abgeben, die meist unter sehr spitzigen Winkeln abgehen, dann immer, wie ihre Stämme, parallel den Fasern fortlaufen und unter einander nur durch wenige, quer- oder schrägverlaufende Aestchen sich verbinden, so dass ein weitmaschiges, längliches Gefässnetz entsteht (nach *Berres* das Längenmaschen-Gefässnetz, *plexus vasculosus maculoso-longitudinalis*). Einige sehnige Ausbreitungen zeigen zwar einen bedeutenderen Reichthum an Gefässen, wie die Knochen- und Knorpel-

haut und *dura mater*, allein dann dienen sie diesen Gefässen nur dazu, sich ausbreiten und erst als kleinere Aestchen in das umhüllte Organ treten zu können, während in der sehnigen Hülle selbst nur unbedeutende Zweige bleiben. — Nerven sind in den meisten sehnigen Gebilden noch nicht nachgewiesen worden, nur in einigen (wie: *dura mater*, *sclerotica*, Perichondrium und Periosteum, Gelenkkapseln) haben *Arnold*, *Bidder* und *Pappenheim* feine Aestchen hinein verfolgt, die aber vielleicht nicht den Sehnenfasern selbst, sondern andern mit ihnen verbundenen Theilen (Gefässen) angehören.

Wegen der Gefässarmuth und des Nervenmangels ist das sehnige Gewebe im gesunden Zustande weder empfindlich (nur die Gelenkbänder scheinen bei starker Zerrung Schmerz zu empfinden) noch sehr reizbar, zeigt keine deutlichen Lebensbewegungen, der Ernährungsprocess geschieht nur sehr langsam in ihm und pathologische Zustände entstehen und verschwinden nur ganz allmälig. Doch kann ihm, wie vorher gezeigt wurde, ein gewisser Grad von organischem Zusammenziehungsvermögen nicht abgesprochen werden, auch wird es bei pathologischen Zuständen schmerzhaft, kann durch Reizung irritirt werden und zeigt dann ein regeres Leben; es kann sich ferner reproduciren und neubilden; wird es zerrissen oder zerschnitten, so heilt es ziemlich leicht wieder zusammen.

Die Reproduction und Heilung durchschnittener oder zerrissener Sehnen (bei denen zu berücksichtigen ist, dass sie von einer gefässreichern aponeurotisch-zelligen Scheide, wie etwa die Knochen vom Periosteum, umgeben sind) geschieht nach verschiedenen Forschern auf verschiedene Art. 1) *v. Ammon* gibt die Heilung der durchschnittenen Achillessehne so an: *a)* der zwischen den beiden Sehnenenden entstandene Zwischenraum füllt sich mit Blut aus, welches aus dem obern Sehnenende stärker hervorquillt, als aus dem untern; *b)* das Blut coagulirt und geht eine innige Verbindung mit allen benachbarten Theilen, besonders aber mit den Wunden der Sehnen ein; *c)* es schwitzt plastische Lymphe theils aus den Sehnenwunden, theils aus den benachbarten Theilen aus; *d)* in dieser Lymphe entstehen durch deren organische Verdichtung pyramiden- und fadenförmige weisse Gebilde, die ersten Spuren des neuen tendinösen Stoffes; *e)* diese Gebilde pflegen von beiden Enden der zerschnittenen Sehne auszugehen, um sich alsdann zu vereinigen; *f)* ist diese Vereinigung vor sich gegangen, so wächst die schon elastische Masse, indem sich die bis jetzt pulpösen Theile consolidiren, und man sieht nun an der Stelle der halbdurchsichtigen lymphatischen Masse ein der Sehne sehr ähnliches Gewebe (Zwischensubstanz). — 2) *Bouvier* zieht aus seinen über den Verwachsungsprocess angestellten Versuchen folgende Schlüsse: *a)* die neue Sehne wird von dem umliegenden Zellgewebe gebildet; die Zellscheide der Sehne wird in einen Kanal mit an einander liegenden Wänden verwandelt und geht allmälig in einen festen Strang von fibröser Substanz über; *b)* der Erguss eines plastischen Stoffes zwischen die beiden Sehnenenden bildet nicht die Grundlage des neuen fibrösen Stranges; *c)* es wird in dem Verwachsungsprocesse der Sehne kein anderer organischer Stoff geschaffen, als derjenige, welcher in der Substanz selbst oder von der Fläche der Scheide erzeugt wird und diese gibt ihm, indem ihre Ernährung modificirt wird, eine neue Organisation. Das Blut in der Scheide zeigt keine Spur einer Organisation. — 3) *Velpeau* zieht aus Beobachtungen an Kranken, welche an einer Zerreissung der Achillessehne und Fractur der Kniescheibe litten, den Schluss, dass die Vereinigung der Sehnen fast ganz so geschieht, wie die der Knochen, indem sich ebenfalls ein dem Callus- (*Duhamel-Dupuytren*'schen) Ringe ähnlicher Knorpel um die durchschnittene Stelle bilde; auch glaubt er an eine Heilung *per primam intentionem* und betrachtet die Ergiessung von Blut und plastischer Lymphe in den Zwischenraum nur als eine zufällige, keineswegs aber nothwendige Erscheinung im Verwachsungsprocesse. — 4) *Pirogoff* (der bis jetst die meisten und genauesten, hierher gehörigen Versuche und Untersuchungen anstellte) nimmt 2 Arten des Verwachsungsprocesses an, die eine mit Blutergiessung in die Scheide, die andere ohne diese. Bei der erstern Art (wenn man die Sehne von vorn nach hinten durchschneidet) treten folgende 5 Perioden auf: *a)* in der Sehnenscheide, im Zwischenraume zwischen den Sehnenenden, gerinnt das Blut, welches sich mehr aus dem benachbarten Zellstoffe, als aus den Sehnenwunden ergoss, sehr schnell und verschliesst die Wunden der Scheide; *b)* es bildet sich plastisches Exsudat, durch welches der peripherische Theil des Blutcoagulums an die innere Wand der Scheide und an beide Sehnenenden angeklebt wird; die Scheide verdickt sich allmälig durch schichtenweises Absetzen plastischen Stoffes an ihrer innern Fläche, während ihre äussere Fläche nur etwas fester mit der Haut verwächst; *c)* diese Ablagerung des plastischen Stoffes an den Wänden der Scheide und Sehnenenden schreitet fort, das Blutcoagulum wird flüssiger und schwindet immer mehr (von der Peripherie nach dem Centrum hin), so dass nicht selten in der Mitte der neuen Zwischensubstanz ein Kanal entsteht, der mit dem Reste des Blutcoagulums gefüllt ist; *d)* ist das Blutcoagulum vollkommen verschwunden und die Zwischensubstanz vollständig gebildet (aber nicht zum Sehnengewebe, sondern zum Narbengewebe), so dringt der neu abgelagerte plastische Stoff auch zwischen die Fasern der durchschnittenen Sehnenenden ein; sie erscheinen dann knollenartig verdickt; *e)* je mehr nun die Zwischensubstanz an Festigkeit und Härte zunimmt, je mehr sie dem Narbengewebe ähnlich wird, desto mehr erscheinen die Fasern der Sehnenenden verändert, sie verlieren ihren Glanz, verschmelzen gleichsam mit der eingedrängten neuen Substanz, lassen sich aber auch später noch ziemlich leicht von dieser unterscheiden. Bei der zweiten Art des (von

Bouvier und *Velpeau* eingeleiteten) Verwachsungsprocesses, ohne Bluterguss in die Scheide (wenn man die Sehne von hinten nach vorn durchschneidet), bildet sich keine Zwischensubstanz, das Interstitium bleibt leer und wird durch eine leichte Verdickung der Sehnenscheide ersetzt. Bei der ersten Art ist das durch die Zwischensubstanz ausgefüllte Interstitium nur $^3/_4$—1'' lang und von der Dicke der alten Sehne; die Function des Gliedes stellt sich vollständig wieder her und es ist kein Unterschied zwischen gesundem und krankem Gliede. Dagegen ist bei der zweiten Art die Entfernung der beiden Sehnenenden sehr gross (3—4''), das Interstitium dünn, zellig, die Sehnenenden knollenartig angeschwollen, die Extension des Fusses bleibt für immer unmöglich, indem sich derselbe in einer fortwährenden Flexion befindet und die Entfernung der Sehnenenden immer mehr zunimmt. Es geht hieraus hervor, dass die Sehnenscheide und vorzüglich das ergossene Blut bei dem Verwachsungsprocesse eine wichtige Rolle spielt und letzteres eine *conditio sine qua non* bei Bildung der Zwischensubstanz ist; Verf. glaubt, dass dieses Blut zuerst zur Ausdehnung der Sehnenscheide dient, dann als ein milder Reiz einen thätigen plastischen Process erregt und selbst auch als Material zur Bildung der Zwischensubstanz beiträgt. Diese Zwischensubstanz ist nun aber nicht wirkliches Sehnengewebe, sondern kann dasselbe nur, wegen seiner ganz ähnlichen physischen Eigenschaften, ersetzen.

In den **frühesten Lebensperioden** ist das sehnige Gewebe sehr weich, biegsam, ausdehnbar, mehr durchscheinend, mattgrau oder perlfarben, nicht seidenglänzend, einförmig und wird erst gegen das Ende des Embryolebens faserig. Anfangs sind die Fasern seltener und liegen weiter aus einander; die Verbindung derselben mit den benachbarten Theilen ist weit lockerer. Allmälig wird es hart, fest, trocken, dunkler und kann im hohen Alter selbst verknöchern.

II. Textur des sehnigen Gewebes.

Das sehnige Gewebe stimmt in seinem mikroskopischen Verhalten fast ganz mit dem des Zellgewebes überein und wird auch von *Henle* zu dem geformten, nicht contractilen Zellgewebe gerechnet. Es besteht zunächst aus Fasern, die wieder aus Fäserchen zusammengesetzt sind und diese mikroskopisch-feinen Fäden unterscheiden sich von denen des Zellgewebes nur dadurch, dass sie eine mehr geradlinige, nicht so oft gewundene Richtung haben und von äussert undeutlichen spiralen Umwickelungsfasern (Kernfasern) umgeben werden. Es liegen übrigens die fadenförmigen Elemente des Sehnengewebes so dicht an einander und halten so fest zusammen, dass sie nur schwer und mittels der Fäulniss isolirt werden können.

Die **Sehnenfäserchen**, *fibrillae tendineae*, **elementare oder Primitiv-Sehnenfasrn**, die letzten Elemente des sehnigen Gewebes, sind den Zellgewebsfasern isomorphe, lange, runde, sehr feine aber feste, und überall ziemlich gleich starke ($^1/_{2400}$ — $^1/_{1000}$''', meist $^1/_{1600}$''' nach *Krause*; 0,0003 — 0,0008''' nach *Henle*) Fasern, mit glatten, scharfen Contouren, die sich weder verästeln, noch mit andern anastomosiren und (nach *Krause*) von den Zellgewebsfibrillen durch eine schwach gelbliche Färbung, stärkere lichtbrechende Eigenschaft, dunklere Contouren und regelmässigere Anordnung sich unterscheiden. Nach *Bruns* dürfte der Hauptunterschied zwischen beiden nur darin bestehen, dass die Sehnenfasern in ihrem Zusammenhange fester, derber und trockner sind, d. h. von der allgemeinen Bildungsflüssigkeit in geringerem Grade durchdrungen und in geringerer Menge umgeben werden, so dass bei demselben Durchmesser ihrer Elementarfäden das Sehnengewebe doch eine weit grössere Anzahl von Fasern enthält als das Zellgewebe. — Die Sehnenfibrillen sind gepresst und gedehnt gerade, sonst verlaufen sie aber vermöge ihrer Elasticität in sanften, oft sehr regelmässigen Wellenbiegungen, die allen aus Sehnenfasern zusammengesetzten Theilen das eigenthümliche und charakteristische, schillernde, von fein quergestreiften oder in Zickzack laufenden Linien herrührende Ansehen geben (die erhabenen Stellen erscheinen nämlich hell, die tiefen dunkel). Diese Fibrillen, von denen man nicht direct ermitteln kann, ob sie solid oder hohl sind (die Art ihrer Entwickelung spricht nicht für das Letztere), liegen nicht einzeln, sondern sehr dicht und parallel,

in grösserer oder geringerer Anzahl an einander, durch einen festen, aber formlosen Keimstoff verbunden, und bilden so gröbere, meistens dem blossen Auge sichtbare, rundlich eckige Fasern (*fibrae tendineae* oder Primitiv-Sehnenbündel).

Die **Sehnenfasern**, *fibrae tendineae*, primitive Bündel (nach ihrer Genesis Zellenfasern *Henle's*, s. S. 152), welche nach *Henle* einen Dm. von 0,003—0,006‴, nach *Krause* die kleinsten von $\frac{1}{200}$‴ haben, werden theils durch Zellstoff (in welchem sich die Gefässchen verbreiten), theils durch Uebergang einzelner Fibrillen aus einer Faser in die andere sehr fest vereinigt und setzen so grössere rundliche oder platte Faserbündel (*fasciculi fibrosi*) zusammen, welche in theils paralleler, theils durchkreuzender Richtung wiederum durch Zellgewebe sich verbinden. Die meisten primären Bündel sind nach *Henle* ohne besondere Hülle, und deshalb können die Fibrillen leicht aus einander gezerrt werden und treten, wenn ein Bündel stark gekrümmt wird, von selbst aus einander. An vielen Stellen werden sie aber von Kernfasern (s. S. 153) entweder umwickelt oder doch zusammengehalten, die feiner und von viel dunkleren Contouren als die Fibrillen, ganz glatt und gleichförmig sind, von Essigsäure nicht so wie die Zellenfasern angegriffen werden und meistens längs den Rändern der Bündel, einzeln und parallel neben einander liegen. Das Genauere über diese Kernfasern und die Entwickelung des sehnigen Gewebes, welche mit dem des Zellgewebes übereinkommt, sehe man beim Zellgewebe (vor *Splanchnologie*).

III. Vorkommen des sehnigen Gewebes.

Das sehnige Gewebe nützt dem Körper nur durch seine physikalischen Eigenschaften, nämlich durch seine grosse Festigkeit, Biegsamkeit bei Mangel an Ausdehnbarkeit, und dient deshalb theils als schützende Hülle für weiche Organe, theils zur sichern, beweglichen und unbeweglichen Verbindung von Theilen. Von einem dieser Zwecke hängt es ab, ob die Sehnenfasern zu dicken, platten oder rundlichen Bündeln vereinigt sind, oder in Form dünner, breiter, hautähnlicher Ausbreitungen vorkommen. *Henle* rechnet zum sehnigen Gewebe auch noch die sogenannten Faserknorpel (s. S. 326). Alle diese sehnigen Gebilde haben ein faseriges Ansehen, eine glatte und um so glänzendere Oberfläche, je mehr die Faserbündel in einer Richtung und je dichter sie liegen.

A. **Sehnige Bündel**, von platter oder rundlicher Form, welche zu Verbindungen dienen, die sich entweder auf das Skelet (Bänder) oder auf die Muskeln (Sehnen) beziehen, und von *Meckel* bündelförmige Faserorgane, *organa fibroso-fascicularia*, genannt werden.

1) Bänder, *ligamenta*, verbinden Knochen oder Knorpel beweglich oder unbeweglich mit einander (das Ausführlichere s. später).

2) Flechsen, Sehnen, *tendines*, gehen eine Vereinigung mit Muskelfasern ein (das Ausführlichere s. bei den Muskeln).

B. **Sehnige Häute, Faserhäute**, *membranae fibrosae*, werden von kurzen, platten, vielfach einander durchkreuzenden, filzartig verwebten und durch mehr oder weniger Zellstoff vereinigten Fasern gebildet, und stellen entweder die äussere Hülle von Organen dar, oder bilden Scheiden und grössere membranartige Ausbreitungen.

a. Sehnige Hüllen, haben die Form des Organs, welches sie umhüllen, hängen fest an seiner Oberfläche an und schicken häufig Verlängerungen in die Substanz desselben oder zwischen seine einzelnen Theile hinein, welche zur Befestigung und zur Leitung von Gefässen, von denen sie durchbohrt werden, dienen. Hierher gehören:

1) Die Knochen- und Knorpelhaut, *periosteum* und *perichondrium*.

2) Die sogenannten *tunicae albugineae*, welche Ueberzüge über zusammengesetztere Organe bilden, z. B. des Auges *(sclerotica)*, der Milz, Nieren, Hoden, Eierstöcke, der *corpora cavernosa* des *penis* und der *clitoris*, der *prostata*.

3) Fibröse Häute, die sich um seröse Säcke legen, die harte Hirnhaut, das äussere Blatt des Herzbeutels, die *tunica vaginalis communis*, die Kapselbänder; sie heissen auch fibrös-seröse Häute.

4) Fibröse Häute, die mit der äussern Fläche der Schleimhaut zusammenhängen, fibrös-muköse Häute, als in der Luftröhre, die Knochenhaut am Gaumen und in der Nasenhöhle.

b. Sehnige Scheiden für die Flechsen der Muskeln, *vaginae tendinum fibrosae*, bilden enge Halbkanäle, die mit dem Knochen, an welchen sie befestigt sind, vollständige Kanäle für die Flechsen von Muskeln darstellen. S. hierüber bei den Muskeln.

c. Sehnige Ausbreitungen, wie die Aponeurosen, d. s. breite, membranartige Flechsen und Muskelbinden, *fasciae musculares*. Sie werden bei den Muskeln ausführlicher behandelt.

Krankheiten des sehnigen Gewebes. Wegen seiner geringen Vitalität wird dieses Gewebe nicht häufig der primäre Sitz von Krankheiten, vielmehr unterliegt es, wegen seines rein mechanischen Nutzens im Körper, auch leicht mechanischen Störungen durch Zerrung und Zerreissung. Blossgelegtes Sehnengewebe stirbt leicht ab und Risse desselben heilen nur schwer. Gewöhnlich wird erst durch Uebertragung von Krankheiten der Nachbartheile das Sehnengewebe afficirt; am häufigsten und leichtesten noch erkrankt primär das Periosteum. Die Entzündung des Sehnengewebes, meistens für eine dyskratische (rheumatische, gichtische, syphilitische) angesehen, geht gewöhnlich in Verjauchung oder Verhärtung (mit Verknöcherung, Osteophytbildung) aus. Periostosen *(gummata)* sind Geschwülste an der Beinhaut von mehr oder weniger dem Faserknorpel ähnlicher Consistenz und fibroider oder callöser Textur, entzündlicher oder nichtentzündlicher Natur. Afterbildungen kommen im Sehnengewebe nur selten vor, am meisten noch im Periosteum und an der harten Hirnhaut (besonders Krebs). — Die Neubildung von Sehnengewebe (sogen. fibroides Gewebe) wird häufig beobachtet; es stellt dasselbe eine Art des festern Narbengewebes dar, bildet sich durch Organisation des Faserstoffexsudates und verknöchert nicht selten.

B. Elastisches Fasergewebe, *tela elastica*.

I. Eigenschaften des elastischen Gewebes.

Dieses faserige Gewebe, welches im Körper ziemlich sparsam und grossentheils in Gemeinschaft mit dem Zellgewebe vorhanden ist, dem sehnigen und Zellgewebe nicht nur durch seine chemischen und physikalischen Eigenschaften, sondern auch durch die Art seines Vorkommens im Körper (theils zu Bündeln und Membranen vereinigt, theils zerstreut und andern Gebilden eingewebt) nahe verwandt ist und früher oft mit dem sehnigen und Muskelgewebe verwechselt wurde, zeichnet

sich durch seine bedeutende Elasticität, nicht glänzendes, sondern gelbliches (chrom- oder schwach ockergelbes), mattes, glanzloses Ansehen vor dem Sehnengewebe aus, ist ebenfalls ziemlich hart und fest, aber von weit geringerer Cohäsion und grösserer Brüchigkeit als dieses. Wegen Mangel an Nerven und Armuth an Gefässen ist dieses Gewebe ohne Sensibilität und Lebensbewegung, und die Contractilität, die ihm zukommt, ist eine rein physikalische und nicht von einer Lebenseigenschaft abhängige; es zieht sich nur zusammen, wenn es vorher ausgedehnt wurde und die Ausdehnung aufhört. Wird es aber über das Doppelte der natürlichen Länge seiner Fasern ausgedehnt, so zieht es sich nicht wieder gänzlich bis auf diese zurück.

Chemische Eigenschaften. Das elastische Gewebe (von 1,0725 specif. Gew.) enthält beinahe $^3/_4$ seines Gewichtes Wasser (nach *Eulenberg* 71%) und wird nach Verlust desselben gelbbräunlich und durchscheinend; beim Beginn der Fäulniss, der es aber lange widersteht, dunkelbraun, roth. *Berzelius* erhielt durch 16stündiges Kochen desselben nur eine geringe Menge Leim, welchen das Wasser aufgelöst erhielt und den er mehr vom anhängenden Zellgewebe herrührend glaubt; *Eulenberg* erhielt dagegen durch mehrtägiges Kochen des Nackenbandes eines Ochsen eine ansehnliche Menge Leim (14 Gr. aus 31 Gr.); nach Einigen gibt das elastische Gewebe bei sehr langem Kochen ein wenig Knorpelleim, während die Fasern ihre gelbe Farbe und Elasticität behalten. Durch concentrirte Essigsäure wird dieses Gewebe selbst nach mehrwöchentlicher Digestion nicht aufgelöst oder erweicht, dagegen ist es in verdünnten Mineralsäuren (nach *Eulenberg* nur in verdünnter Schwefelsäure) und kaustischem Kali, besonders bei gelinder Erwärmung sehr leicht löslich. Aus diesen Auflösungen wird es weder durch Kali, noch Cyaneisenkalium gefällt, wohl aber durch Galläpfelinfusion; der Niederschlag ist grösstentheils in kochendem Alkohol und Wasser löslich. Beim Erhitzen schmilzt das elastische Gewebe, bläht sich auf und hinterlässt nach völligem Verbrennen eine geringe, weisse, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalke bestehende Asche.

II. Textur des elastischen Gewebes.

Die Elementartheile dieses Gewebes sind wie die des sehnigen solide **Fäserchen** *(fibrillae)*, die sich ebenfalls zu gröbern, verschieden dicken, meistens platten **Fasern** *(fibrae elasticae)* vereinigen, welche gelblich, undurchsichtig, nicht glänzend, ziemlich trocken und härtlich (weicher, feuchter, biegsamer und schwächer als Sehnenfasern und härter, trockner, steifer und stärker als Muskelfasern) sind und sich von Fasern anderer Art dadurch unterscheiden, dass sie nicht aus einem Bündel von ziemlich parallel laufenden Fibrillen, sondern aus einem länglichen sehr engen Netze durchflochtener, verästelter und zusammenfliessender Fäserchen bestehen. Sie sind ihrer Länge nach sehr elastisch und verbinden sich theils durch dünne Schichten von Zellgewebe, theils durch Uebertreten von Fasern und Fäserchen zu dickeren platten Bündeln, in denen aber die Fasern im Allgemeinen einander mehr parallel liegen. Beim Zerreissen der Fasern und Fäserchen zeigen die Bruchenden ebene und glatte Flächen, während das Zell- und Sehnengewebe (welches bei grösserer Feinheit eine weit bedeutendere Ausdehnung verträgt) dabei sich wie eine zähe Substanz nach beiden Seiten langsam und mit Kräuselung zurückzieht.

Die **elastischen Fäserchen**, *fibrillae elasticae*, welche, wie die Kernfasern des Zellgewebes, in Essigsäure unveränderlich und an ihren scharfen, glatten, meistens dunkeln Rändern besonders kenntlich sind, haben eine plattcylindrische, nach *Gerber* prismatische, häufig vierseitige Form und sind nach *Krause* $^1/_{800}$ — $^1/_{2400}$''', meistens $^1/_{1300}$''' (nach *Gerber* $^1/_{550}$ — $^1/_{400}$''') breit, wogegen ihre Dicke etwa 2 Drittel des Breitendurchmessers beträgt. Sie sind weit kürzer als alle andern Fibrillen und nicht wellenförmig geschlängelt, sondern gerade oder schwach gekrümmt und Sförmig gewunden; sie liegen nicht in längern Strecken parallel neben einander, sondern man sieht sie sich einander vielfach schräg durchkreuzen und netzförmig durchflechten, wobei sie sich an den Berührungsstellen theils äusserst eng, ohne (oder durch sehr wenig) Zwischensubstanz, an einander legen, theils aber auch sich spalten und durch wirkliche Verschmelzung mit andern sich vereinigen. Nach *Schwann* und *Eulenberg* zeichnen sich diese Primitivfasern von denen aller andern Gewebe dadurch aus, dass sie sich sehr häufig dichotomisch theilen und oft so einfach unter einander verbinden, dass dadurch ein Netzwerk mit rhombischen oder trapezoidischen Maschen entsteht. Die abgehenden Aeste sind gar nicht oder nur wenig dünner als die Stämme; *Valentin* und *Räuschel* (welcher die elastischen Fasern für hohl hält) glauben, dass die verästelten Fasern noch aus Bündeln von sehr dicht an einander gefügten Fädchen bestehen, denn bei genauer Betrachtung sieht man an der Stelle der Bifurcation eine hineingehende Linie, als bestände der einfache Mutterstamm aus 2 an einander liegenden Bündeln. *Henle* unterscheidet der Form nach 3 Varietäten dieser Fasern: 1) sie haben denselben stark geschlängelten Verlauf wie die Kernfasern des Zellgewebes (die nur vereinzelt zwischen den Bündeln der Zellgewebsfasern liegen, während diese selbst Bündel bilden), geben nicht oder nur selten Aeste ab, sind dünner als die beiden andern Varietäten, im Mittel von 0,0007''' Dm.; man sieht sie am besten in den untern Stimmbändern. 2) Die 2te Art (in den *ligg. flava*) ist stärker, verläuft in grössern Bogen oder Sförmig gekrümmt und gibt häufig Aeste ab, die bald ganz kurz, bald länger und dann ringförmig gewunden oder wellenförmig, auch wohl abermals gabelförmig gespalten sind. Bei dieser Art kommen oft kurze Fragmente vor, wie Stücke von Arabesken gewunden und verzweigt. Ohne dass die Aeste in dem Stamme vorgebildet wären, nimmt doch die Dicke der Fasern in der Regel von einem Ende gegen die Aeste hin allmälig ab, auch haben die stärkeren zuweilen ein längsstreifiges Ansehen und einzelne Längsspalten; die stärksten haben eine Breite von 0,0024—0,0029''', die feinsten kurzen Aeste sind kaum stärker, als die primären Zellgewebsfasern (0,0005'''). 3) Die 3te Art (in der elastischen Haut der Gefässe) entsteht dadurch, dass die Aeste einer elastischen Faser sich theilen und wieder zusammentreten oder sich an benachbarte Stämme anlegen und mit denselben verschmelzen, so dass dadurch ein Netz mit grössern oder kleinern, länglichen oder rundlichen Maschen gebildet wird. Sie kommt als zusammenhängende Schicht auf der Oberfläche mancher aus Zellgewebe gebildeten Membranen vor und steht nach der Tiefe hin mit den interstitiellen Kernfasern so in Verbindung, dass keine Gränze zwischen beiden anzugeben ist.

Die **Entwickelung** des elastischen Gewebes ist noch in Dunkel gehüllt und wird sehr verschieden angegeben; *Schwann* lässt es durch Verlängerung, Verästelung und Zerfaserung von Elementarzellen entstehen; *Valentin* sah im Nackenbande eigenthümliche, granulöse, äusserlich mit kleinen Moleculen (Zellenkerne?) besetzte Fasern durch Verschmelzung primärer Zellen sich bilden (wahrscheinlich Zellgewebsfasern), während von elastischen Fasern noch keine Spur vorhanden war. Diese erschienen erst später (wahrscheinlich durch Verschmelzung der Kerne) und fassten die früheren, abgeplatteten, in ihren Wandungen granulirten Fasern zwischen sich. Man könnte deshalb, sagt *Henle*, bei der grossen Verwandtschaft der elastischen Fasern mit den Kernfasern des Zellgewebes und bei dem allmäligen Uebergange von

diesen zu jenen schliessen, dass das elastische Gewebe nur ein modificirtes Zellgewebe sei, in der Weise, dass bei den einfachen, mit Zellgewebe gemischten Membranen die interstitiellen Kernfasern nur zufällig als eine obere continuirliche Schicht sich darstellen, dass sie dagegen in den gelben Bändern nach und nach die Oberhand gewonnen und zuletzt das eingehüllte Zellgewebe gänzlich verdrängt hätten (s. elastische Gefässhaut). Vielleicht entstehen aber elastische Fasern nicht blos aus Kernen der primären Zellen, sondern, wie *Gerber* meint, auch frei in der Intercellularsubstanz durch Verschmelzung von Elementarzellen, wie die Fasern der gelben Faserknorpel.

III. Vorkommen des elastischen Gewebes.

Das elastische Gewebe wird da im menschlichen Körper von der Natur angewendet, wo Theile einer gewissen Ausdehnung oder Bewegung fähig sein, der bewegenden Kraft einen angemessenen Widerstand leisten und bei nachlassender Ausdehnung von selbst ihren vorigen Umfang oder ihre Lage wieder einnehmen sollen. Es dient daher in Bändern zur Verbindung von Knochen und Knorpeln, in Membranen zur Bildung von Schläuchen, deren Kaliber es verengern kann, zur Begränzung von Höhlen und zur Umhüllung von Muskeln. Die elastischen Fasern können auch den Muskeln ihr Geschäft da erleichtern, wo eine anhaltende Thätigkeit derselben erfordert wurde (z. B. das Offenstehen der Stimmritze, die aufrechte Stellung der Wirbelsäule); ja es kann ein elastisches Band allein als Antagonist von Muskeln angebracht sein, wie das *lig. glosso-epiglotticum* (bei Thieren dafür ein Muskel). Man findet im menschlichen Körper folgende elastische Gebilde:

1) Die mittlere Haut der Arterien und grössern Venen, welche verhindert, dass diese Gefässe von aussen leicht zusammengedrückt und vom Blute zu sehr ausgedehnt werden, dagegen bewirkt, dass sie offen bleiben und sich nach der Ausdehnung wieder zusammenziehen (s. Blutgefässe).

2) Elastische Bänder, welche der Bewegung der durch sie verbundenen Theile nachgeben, nach aufgehobener Bewegung aber diese Theile wieder in ihre frühere Lage zurückbringen. Zu ihnen gehören:

a. Ligg. flava s. intercruralia der Wirbelsäule, zwischen den Bogen der Wirbel; sie bestehen hauptsächlich aus der 2. Varietät der elastischen Fasern *Henle's* (s. diese Bänder).

b. Ligg. obturatoria atlantis (ein *anticum* und *posticum*), zwischen Atlas und *os occipitis*.

c. Kehlkopfbänder, als: *ligg. thyreo-hyoidea, thyreo-arytaenoidea, lig. thyreo-* und *glosso-epiglotticum, crico-thyreoideum medium, stylohyoideum.* Die meisten elastischen Fasern dieser Bänder, von denen ihnen aber im Ganzen nur wenige beigemischt sind, gehören der 1. Varietät *Henle's* an (s. Kehlkopf).

d. Nackenband, *lig. nuchae,* besteht bei den Thieren fast ganz aus elastischem Gewebe, beim Menschen dagegen aus Sehnenfasern mit wenigen eingemengten elastischen Fasern.

3) Eine Schicht elastischer Fasern an der Luftröhre und den Bronchien.

4) Die Speiseröhre ist ebenfalls von aussen mit einer Schicht elastischer Fasern umgeben und bewerkstelligt dadurch die Verbindung ihrer vordern Wand mit der hintern der Luftröhre.

5) In einigen Fascien *(fascia lata)* und an manchen serösen Häuten (besonders am *paries abdominalis* und *phrenicus* des Bauchfells, an der Pleura costalis).

6) In der **Cutis** finden sich elastische Fasern in grosser Menge.

7) In den **gelben elastischen Knorpeln** bilden elastische Fibrillen die Intercellularsubstanz *(Krause)*.

Schwann und *Eulenberg* theilen das elastische Gewebe, je nachdem die Fasern bald mehr, bald weniger durch einander verwebt sind, in 2 Klassen. Zur 1. Klasse, dem weniger complicirten, gehören: 1) das *lig. nuchae*. — 2) Das elastische Gewebe des Kehlkopfs, der Luftröhre und Bronchien, bis zu deren feinsten Aestchen. Hier liegt zwischen der Schleimhaut und den Knorpeln eine Schicht elastischen Gewebes, welches mit Zellgewebe vermischt ist. In der Luftröhre und den Bronchien verlaufen die Fasern der Länge nach, im Kehlkopfe sind sie vielfältig verflochten, in den *ligg. thyreo-arytaenoidea* liegen sie quer. Auch an der äussern Oberfläche des Larynx und der Bronchien finden sich elastische Fasern, doch weit seltener und ohne alle Ordnung zwischen sehr vielem Zellgewebe. Von der Mitte der Hinterfläche der *cartilago cricoidea* geht ein kurzes, aus elastischen Fasern gewebtes Band nach der hintern musculösen Wand der Trachea hinab und verbreitet sich in derselben. — Das *lig. crico-thyreoideum laterale* und *medium* besteht grösstentheils aus sehr harten elastischen Fasern; ausserdem finden sich noch solche in dem *lig. thyreo-epiglotticum*, *glosso-epiglotticum*, *stylo-hyoideum* und *hyo-thyroideum*. — 3) An der Speiseröhre liegen der ganzen Länge nach bis zur Cardia elastische Fasern zwischen der Schleim- und Muskelhaut, sind aber überall mit vielem Zellgewebe vermischt. Magen- und Darmkanal enthalten keine. Dagegen finden sie sich — 4) am After in bedeutender Zahl wieder, wo sie zwischen Schleimhaut und Sphincter, zum Theil ausserhalb des letztern liegen. Sie verlaufen alle der Länge nach und erstrecken sich einige Zoll hoch am Mastdarm aufwärts. — 5) Auch in den Mundwinkeln und am Zungenbändchen kommen einige elastische Fasern vor. — 6) Das *corpus cavernosum penis*, besitzt einzelne dünne elastische Faser-Bündel, welche sich, mit vielem Zellgewebe vermischt, von dem Seitentheile gegen das Septum erstrecken. Sehr wenige finden sich in der Clitoris, den Nymphen, Brustwarzen, der Scheide und dem Blasenhalse. — Zur 2. Klasse, zu dem elastischen Gewebe mit mehr complicirten Fasern gehören: 1) die elastischen Gefässhäute (s. bei Gefässe); 2) die gelben Bänder; 3) der elastische Theil einiger Aponeurosen, besonders wo sie an den Knochen ansitzen (die *fascia lata*, wo sie am Becken, am *os pubis*, ansitzt, enthält die meisten elastischen Fasern; weniger hat die *fascia superficialis abdominis*). Einige existiren noch zwischen dem Zellgewebe am untern Rande des *m. pectoralis major*, auf dem Rücken und der Vola der Hand und dem Rücken des Fusses. 4) Das *lig. suspensorium penis*. Diese Theile bestehen fast gänzlich aus elastischen Fasern, welche eine fast knorpelartige Härte besitzen, 0,00016 P. Z. messen, und sehr scharfe Gränzlinien und vielfache gegenseitige Verbindungen haben. — *Valentin* bemerkt, dass viele von den vorigen Vff. als elastische Fasern gedeutete Theile, z. B. der Speiseröhre, des submuscularen Zellgewebes u. dgl., keinesweges solche sind.

Krankheiten des elastischen Gewebes. Dieses Gewebe erkrankt seines Nervenmangels und der grossen Gefässarmuth wegen nur selten und grösstentheils in Folge von Veränderung der Nachbartheile. Seine Krankheiten scheinen, wie man von der elastischen Arterienhaut abnehmen kann, hauptsächlich in Rigid- und Weichwerden zu bestehen. Das Starr- oder Rigidwerden ist fast nur eine Altersveränderung, geht mit Verlust der Elasticität, grosser Brüchigkeit und bisweilen selbst mit Verkalkung (Verknöcherung, Incrustation) einher. Das Weichwerden ist Folge der fettigen Entartung (der Umbildung und Durchsetzung des elastischen Gewebes mit Fett) und bedingt eine leichte Zerreisslichkeit bei Verlust der Elasticität.

Gelenke.

Diejenige Verbindung zweier Knochen, bei welcher sich die einander berührenden (glatten, überknorpelten) Flächen derselben an einander hin und her bewegen können, nennt man eine Gelenkverbindung *(diarthrosis)* und die Stellen des Körpers, an welchen sich eine derartige Verbindung befindet, Gelenke *(articuli)*. Jedes einzelne Gelenk ist so eingerichtet, dass ihm ein bestimmter seinem Zwecke entsprechender Excursionsbezirk möglicher Bewegungsgrösse zugewiesen ist und nach der Art und dem Beweglichkeitsgrade solcher Verbindungen unterscheidet man (s. Bd. I. S. 28): das straffe *(amphiarthrosis)*, Dreh- *(rotatio)*, Winkel- *(ginglymus)*, freie

und **Nussgelenk** *(arthrodia, enarthrosis)*. Zur Bildung der Gelenke tragen aber folgende Theile bei: die überknorpelten Gelenkenden oder Gelenkflächen der Knochen, Synovialkapseln, bisweilen auch noch Zwischengelenkknorpel, ferner Bänder, Sehnen und Muskeln, nicht selten auch (Muskel- und Haut-) Schleimbeutel, und die allgemeinen Integumente. Die Einrichtung hierbei ist so getroffen, dass fast alle Reibung bei der Gelenkbewegung vermieden ist, denn es bewegen sich eigentlich die Knochen nicht unmittelbar an einander, sondern gegen eine Zwischenschicht von Gelenkschmiere, welche sich sogleich allen neu entstehenden Lücken und Ausbuchtungen anpasst. Das Minimum von Friction, welches etwa zu Stande kommen kann, ist dasjenige, welches zwischen den sehr glatten Knorpelflächen und der äusserst schlüpfrigen Synovia besteht. Die Festigkeit der Gelenke hängt nun aber nicht etwa blos von den dieselben constituirenden Theilen ab, sondern auch von der atmosphärischen Luft. Die Gelenkhäute schliessen nämlich die Höhlung des Gelenkes hermetisch ab und deshalb muss die Atmosphäre, indem sie auf die Umgebung des Gelenkes drückt, die Gelenktheile gegen einander pressen. Zur Mässigung dieses Druckes dienen die elastischen Gelenkknorpel, die Synovia und das Fett (Havers'che Drüsen). Diese Einrichtung mit dem Luftdrucke gewährt den doppelten Vortheil, dass die Vertheilung der Synovia gehörig vor sich geht und dass dadurch die Knochen, was ihre Aufhängung, nicht aber ihre Bewegung betrifft, zu mathematischen Hebeln werden (d. h. zu solchen, welche nicht durch ihre Schwere einen besondern Theil von Kraftwirkung in Anspruch nehmen).

Bestandtheile des Gelenkes. Die Gebilde, welche zum Baue eines Gelenkes dienen, sind theils harte, knöcherne, theils elastische, knorpelige, theils weiche, aus sehnigem und serösem Gewebe bestehende.

1) **Knöcherne Gelenktheile.** In der Conformation der Knochen schafft die Natur die nächsten Bedingungen, an welche die Einrichtung eines Gelenkes geknüpft ist. Wo immer die Knochen sich beweglich an einander legen, da findet man entweder eine Gelenkfläche, oder eine Gelenkgrube, oder einen mehr oder minder kugelförmigen Gelenkkopf. Die meisten Gelenkoberflächen sind so eingerichtet, dass sie verhältnissmässig bedeutende gegenseitige Veränderungen der Lage gestatten; stets beschränken aber mehr oder minder die hinzukommenden Bänder und Bandscheiben die mögliche Ausdehnung der Bewegungen. Dadurch nun, dass die Knochen nicht selbst diese Beschränkung ausüben, sparte die Natur nicht nur an Knochensubstanz und ersetzte dieselbe durch leichtere Bandmassen, sondern machte auch eine grössere Schmiegsamkeit und Ausdehnung der Bewegungen (besonders durch Uebung) möglich. Hinsichtlich ihrer Textur bestehen die Gelenktheile der Knochen fast ganz aus gefässreicher schwammiger Substanz (s. S. 264), welche mit einer dünnen Rinde von compacter Knochenmasse überzogen ist. Entfernt man den Knorpelüberzug, so zeigt sich der Knochen sehr rauh und ohne Periosteum, und mit einer Menge dicht gedrängter, kleiner Erhabenheiten besetzt, von denen jede ein blind endigendes Kanälchen (Markkanälchen) mit einem Gefässchen (zur Ernährung des Gelenkknorpels) enthält.

Krankheiten des knöchernen Gelenktheiles. Das Knochengebilde des Gelenkes wird seines Blutreichthums wegen häufig der Sitz von Krankheiten, vorzüglich von Entzündung der Marksubstanz und von tuberculöser (sogen. scrofulöser) Ablagerung in dieselbe. Die erstere kann zur Osteoporose, Sclerose, Vereiterung, Caries oder Necrose führen und geht gewöhnlich mit Osteophytbildungen und Verlust des Gelenkknorpelüberzugs einher; die letztere zieht cariöse Zerstörung des betroffenen Knochens nach sich und dehnt sich meistens auch auf die weichen und knöchernen Nach-

bartheile aus. Krebs (Osteocarcinom, bösartiges Osteoid), sowie fibroide Geschwülste (Osteosarcom, Osteosteatom) haben nicht selten ihren Sitz in den Gelenkenden der Knochen (die *spina ventosa* der Alten bildend). Das sogen. *malum senile* (nach Einigen arthritischer Natur) besteht in einer aus Entzündung hervorgehenden Osteoporose und Osteophytbildung im Umkreise des Gelenkkopfes und der Gelenkgrube, mit nachfolgender Sclerose und Zerstörung des Knorpelüberzugs, welchen sodann Abplattung und Polirtwerden des sclerosirten Knochens folgt. Gelenkrheumatismus ist gewöhnlich Entzündung des Knochens und zieht entweder Sclerose mit nachfolgender Knorpeluhne (s. S. 327), oder Abscessbildung, bisweilen mit Pyämie (die sogen. *arthritis acuta* junger Personen), nach sich.

2) Der **Gelenkknorpel** (s. S. 325) bildet einen dünnen Ueberzug über das Gelenktheil des Knochens, besteht aus wahrer, bleibender Knorpelmasse (s. S. 323), ist gefäss- und nervenlos, und wird theils von den Gefässen des Knochens, theils von denen der Synovialkapsel ernährt. Diese Ernährung findet so statt, dass das von den genannten Gefässen secernirte Blastem in die Knorpelsubstanz sich imbibirt und dann zum Theil in die Knorpelelemente umgewandelt wird. Dieser Knorpelüberzug unterliegt primär keiner Krankheit, kann aber durch Leiden seiner Nachbartheile secundär leicht zerweicht, atrophirt (Knorpeluhne; s. S. 327), losgestossen oder vollständig zerstört werden. Erst nach seiner Zerstörung können die Knochenenden wirklich mit einander (durch Synostose) verwachsen (d. i. wahre Anchylose); geschieht dies nicht, dann nehmen sie eine elfenbeinartige Politur an (wie beim *malum senile*) und bewegen sich leicht an einander hin und her.

3) Die **Synovialkapsel** (s. Bd. I. S. 118), ein aus seröser Haut gebildeter, vollkommen geschlossener Sack mit Synovia gefüllt, ist theils an den Gelenkknorpelüberzug der Knochen, theils an das Kapselband, und wo sich Zwischengelenkknorpel in einem Gelenke befinden, auch an diese befestigt. Befindet sich ein Band oder eine Sehne im Gelenke, so werden dieselben von der Synovialkapsel scheidenartig umgeben. — Die Gelenkkapsel erleidet sehr leicht eine (meist rheumatisch genannte) Entzündung *(arthrophlogosis synovialis)*, die eine Vereiterung und Verjauchung der Kapsel und auch der Nachbartheile, oder eine Verdickung und Verwachsung der Kapsel, sowie sogenannte Gelenkwassersucht (seröse Exsudation) und Gelenkmäuse nach sich ziehen kann. Bisweilen ist das Product dieser Entzündung ein tuberculöses und bedingt den scrofulösen Gelenktumor.

4) Der **Bandapparat** des Gelenkes, aus einem Kapselbande (s. S. 118) und gewöhnlich auch noch aus Hülfsbändern (s. S. 119), welche ausserhalb oder innerhalb der Gelenkhöhle liegen, bestehend, kann sich entzünden, vereitern und verjauchen, verdicken und einschrumpfen. Die Entzündung ist in der Mehrzahl der Fälle eine von der Synovialkapsel oder den Gelenkenden der Knochen übergetragene, seltener eine primäre (sogen. rheumatische). Dieselbe kann in Folge der Verdickung und schwieligen Verdichtung des Bandapparates Steifigkeit und selbst Unbeweglichkeit des Gelenkes (Anchylose) erzeugen; auch kann Schrumpfung dieses Apparates und dadurch Verkrümmung in den Gelenken auftreten.

5) **Zwischenknorpel,** *menisci* (s. Bd. I. S. 119 u. Bd. II. S. 327), sind ihrer Structur nach Faserknorpel (s. S. 326), ebenso wie die sogenannten Umfangsknorpel, *labra glenoidea*, welche rings am Rande von Gelenkgruben angeheftet sind und diese tiefer machen (s. S. 326). Beide Knorpel unterliegen wohl nur äusserst selten primär einer Krankheit, dagegen nehmen sie nicht selten Theil an der Erkrankung ihrer Nachbarschaft.

6) Die zum **Muskelapparate** gehörigen Organe, welche um ein Gelenk herum liegen, sind: fleischige Theile von Muskeln, Sehnen (s. Bd. I. S. 172), Aponeurosen, fibröse, faserknorpelige und seröse Scheiden der Sehnen (s. Bd. I. S. 174), Schleimbeutel (s. Bd. I. S. 174), welche nicht selten mit der Synovialkapsel communiciren und durch ihre Vergrösserung die sogenannten Ueberbeine *(ganglia)* darstellen. Auch finden sich an allen Gelenken eigene kleine Muskeln *(mm. articulares)* oder accessorische Bündel von solchen Muskeln, welche am Gelenke vorbeigehen, die sich an die Gelenkkapsel anheften und zur Spannung derselben dienen, so dass dadurch eine Einklemmung der Kapsel verhütet wird.

7) Die **äussern Weichtheile** des Gelenkes bestehen aus der Haut, dem Unterhautzellgewebe und der oberflächlichen Fascia; zwischen Haut und Fascia liegen nicht selten da, wo die Haut über einem harten Vorsprung, meistens an der Streckseite des Gelenkes, sich hin und her schiebt, sogen. Hautschleimbeutel, deren widernatürliche Vergrösserung das Hygrom bildet.

NB. Unter den Namen Arthrocace, Arthralgie, Gliedschwamm, *tumor albus*, versteht man im weitern Sinne alle Gelenkentzündungen mit Anschwellung, ohne Rücksicht auf den Sitz derselben, sowie auf die Natur und Metamorphosen des hierbei gesetzten entzündlichen Productes (Exsudates). Da nun aber jeder der verschiedenen, das Gelenk constituirenden Theile für sich erkranken kann, so thut man besser, diese Ausdrücke zu meiden und lieber den Sitz und die Natur des Gelenkleidens genau anzugeben.

Unter den Gelenkkrankheiten sind noch besonders beachtenswerth: die Verstauchung und Verrenkung, sowie die Contusionen und Wunden der Gelenke. — Die Verstauchung, *distorsio* (vorzüglich am Fussgelenke häufig), besteht in gewaltsamer, aber nur momentaner Entfernung der knöchernen Gelenktheile von einander, entweder in Folge spontaner Contractionen der Muskeln oder äusserer Gawaltthätigkeiten. Dabei kann es in den verschiedenen Gelenktheilen zu Ausdehnungen, Zerreissungen, Brüchen, Bluterguss, und später zur Entzündung mit ihren Folgen kommen, so dass eine Verstauchung ebensowohl ein ganz geringfügiges, wie auch ein für das Gelenk sehr gefahrbringendes Leiden sein kann. — Die Verrenkung *(luxatio, exarthrosis)*, d. i. das Heraustreten eines Knochens aus seiner natürlichen Beziehung zu einem oder mehreren andern, mit welchen er auf eine bewegliche Art verbunden ist. Man unterscheidet eine angeborne (besonders am Hüftgelenke) und eine erworbene Luxation, eine gewaltsame *(lux. violenta)*, plötzlich durch übermässige Muskelaction oder äussere traumatische Ursachen entstandene, und eine spontane, aus innern krankhaften Bedingungen, langsam hervorgegangene (meist eine an und für sich unwesentliche Erscheinung im Gefolge mancher Entzündung und ulceröser Destruction eines Gelenkes). Man unterscheidet ferner noch: nach der Dauer eine frische und eine veraltete Luxation; nach dem Grade der Abweichung der Knochen eine vollkommene und eine unvollkommene Verrenkung *(subluxatio)*; nach der Stellung des Gelenkkopfes (entweder in der Position, in welche er durch die seinen Austritt aus der Gelenkhöhle veranlassende Gewalt zunächst gebracht wurde oder aus welcher er in eine andere durch die Muskeln gezogen wurde) eine primäre und eine secundäre; nach der Richtung des verrenkten Knochens eine Verrenkung nach vorn, hinten, aussen, innen, oben und unten; nach der Vergesellschaftung mit andern Krankheitszuständen eine einfache und eine complicirte Luxation. — Die Quetschung (Contusion) der Gelenke hat mit der Verstauchung die grösste Aehnlichkeit und kann, ohne bedeutend sichtbare äussere Erscheinungen, doch im Innern des Gelenkes Zerreissungen, Blutaustretungen und heftige Entzündungen mit ihren Folgen erzeugen. — Gelenkwunden, welche bis in die Gelenkhöhle oder in die tieferen Gelenktheile dringen, ziehen oft gefährliche Zufälle nach sich.

Die traumatische Verrenkung erfolgt um so leichter, je geringer die Festigkeit eines Gelenkes (deshalb vorzüglich in freien Gelenken) und je mehr es äusserer Gewalt (die entweder direct oder indirect einwirken kann) ausgesetzt ist. Eine besondere Disposition zur (habituellen) Verrenkung gibt: die regelwidrige Weite und Flachheit der Gelenkhöhle, sowie die abnorme Länge und Erschlaffung der Gelenkbänder. Am leichtesten kommt die Luxation bei Erschlaffung der Muskeln rings um das Gelenk zu Stande und gewöhnlich ist sie mit Zerreissung am ligamentösen Gelenkapparate verbunden. Die nächsten Folgen einer Verrenkung, vorzüglich wenn sie nicht eingerichtet wird, sind Blutextravasation, Anschwellung und Entzündung im und rings um das Gelenk; als entferntere Folgen beobachtet man: Verrückung der Insertionen der Gelenkkapsel und Erweiterung der knöchernen Gelenkhöhle mit verschiedenartiger Missgestalt; entsprechende Missgestaltung des Gelenkkopfes; oder, bei vollständiger Verrenkung, Verödung der Gelenkkapsel und der knöchernen Gelenkhöhle, Ausfüllung derselben durch zelliges und fibroides Gewebe oder durch neue Knochenmasse, Verkümmerung des ausgerenkten Gelenkkopfes und Bildung eines neuen Gelenkes. Dieses letztere entsteht dadurch, dass sich in der Umgebung des dislocirten Gelenkkopfes in Folge der Entzündung eine fibroide, innen eine seröse Gelenkkapsel herstellt, während unter dem Kopfe durch Druck eine seichte Grube entsteht oder sich eine solche durch Callus und selbst

Knochenbildung rings um den Kopf bildet. Bisweilen bewegt sich aber auch der abgeplattete Gelenkkopf auf einer ebenen Fläche, oder dieser ist sogar ausgehöhlt und stösst an eine convexe Gelenkfläche. Der verrenkte Knochen wird mit der Zeit atrophisch; die Muskeln um das Gelenk erblassen, werden atrophisch, und fibrös oder fettig entartet.

Spontane Luxationen treten meistens erst im letzten Stadium von Gelenkentzündungen auf, in Folge von Retraction der umgebenden Muskeln (gewöhnlich der Beugemuskeln) nach Zerstörung der Gelenke, Bänder und Knochengelenkenden. Nach *Rokitansky* kommt aber auch bisweilen eine Dislocation des Gelenkkopfes (besonders des Schenkelkopfes) durch Erguss einer grossen Menge von Exsudat in das Gelenk zu Stande.

A. Gelenke am Kopfe.

I. Unterkiefergelenk (s. Bd. I. S. 120).

Die *articulatio maxillaris*, mit einem Zwischenknorpel (welcher zur Vermehrung der Beweglichkeit und zur Milderung und Regulirung des Druckes beim Beissen dient) und zwei Synovialkapseln, wird vom Condylus des Unterkiefers und der (hinten concaven, vorn convexen) Gelenkgrube des Schläfenbeins gebildet; die Bänder dieses Gelenkes sind: das Kapselband und zwei seitliche Verstärkungsbänder (ein kurzes, starkes äusseres und ein langes, dünnes inneres Seitenband). Der Unterkiefer hat die Form eines Winkelhebels; sein Condylus dient als Drehwalze, sein *processus coronoideus* hat die Bestimmung, den Hebelarm, unter welchem die spitzwinkelig angreifende Sehne des *m. temporalis* arbeitet, zu vergrössern. (Weiteres s. beim Kauen; über die Weichtheile rings um das Kiefergelenk s. Bd. I. S. 769 bei der Kaumuskel- und Ohrdrüsengegend.)

Bewegungen im Unterkiefergelenke. Beim Oeffnen des Mundes schiebt sich der Gelenkkopf des Unterkiefers nach vorn auf den convexen Theil der Gelenkfläche (den hintern Theil des *tuberculum articulare*), und gleitet beim Schliessen des Mundes wieder in die Grube zurück. Sodann kann der Kiefer aber auch nach vor- und rückwärts geschoben (nachdem er vorher etwas gesenkt worden ist, weil die Schneidezähne des Unterkiefers hinter denen des Oberkiefers stehen), sowie etwas nach den Seiten bewegt werden. Der Zwischenknorpel, welcher straffer mit dem Condylus als mit der Gelenkgrube verbunden ist und deshalb dem erstern in seinen Bewegungen folgt, erleichtert das Hin- und Hergleiten. Die Achse der Bewegung des Unterkiefers liegt für die Heb- und Senkbewegungen in der Mitte der senkrechten Höhe des Kieferastes, an der Insertionsstelle des innern Seitenbandes. Ist beim allzugrossen Senken des Kiefers der Gelenkkopf vor diese senkrechte Linie getreten, so wird der Kaumuskel den Mund nicht mehr schliessen können und der Kiefer ist nach vorn verrenkt (*Hyrtl*). Von der Seitenbewegung des Kiefers sagt *Hyrtl*, dass sie auf keiner einfachen horizontalen Verschiebung des Kiefers beruht, sondern nur dadurch zu Stande kommt, dass der ganze Kiefer ein Stück eines Kreisbogens um eine senkrecht stehende Achse beschreibt. Die Längenachsen der beiden Condyli liegen nämlich nicht in einer horizontalen Querlinie, sondern bilden vielmehr zusammen einen nach hinten spitzigen Winkel, und dieselbe Einrichtung zeigen auch die oblongen Gelenkgruben; so dass also beide Condyli gar nicht nach derselben Richtung verschoben werden können. Wird der Kiefer nach rechts geschoben, so rückt der rechte Condylus nach innen, der linke dagegen tritt auf das Tuberculum vor. Nur die Vor- und Rückwärtsbewegung ist eine wahre Flächenverschiebung des ganzen Kiefers, welche aber nie mit grosser Kraft ausgeführt werden und nie zur Verrenkung Veranlassung geben kann.

Krankheiten am Unterkiefergelenke. Das häufigste Leiden an diesem Gelenke ist die Verrenkung des Unterkiefers, welche bei zu heftiger Seitenbewegung eine einseitige sein könnte, gewöhnlich aber durch zu starkes Aufsperren des Mundes (Gähnen) entsteht und eine doppelseitige ist, bei welcher der Condylus vor dem *tuberculum articulare* in der Schläfengrube steht. Der Mund steht weit offen, der Kiefer ist

nach vorn gedrängt, das Schliessen des Mundes ist unmöglich (entweder weil der *processus coronoideus* ans Jochbein stösst, oder weil der Zwischenknorpel dem Condylus im Wege ist). Wahrscheinlich kommt es dabei auch zur Zerreissung der Kapsel, vielleicht auch einiger Muskelfasern und des äussern Seitenbandes. — Die Subluxation, bestehend in einem Ausweichen des Zwischenknorpels mit Druck auf die Synovialkapsel, ist sehr schmerzhaft und lässt sich durch Druck auf das Kiefergelenk während des Bewegens des Unterkiefers leicht heben. — Anchylose des Unterkiefers ist eine sehr seltene Krankheit, und meistens Folge eines Bruches des Kieferastes oder Jochbogens. — Von Brüchen in der Nähe des Kiefergelenkes existiren: die Fractur des Condylus und *processus coronoideus*.

II. Zungenbeingelenke (s. Bd. I. S. 122).

Die Hörner des Zungenbeins findet man bisweilen, aber nicht immer, durch straffe Kapselbänder mit der Basis des *os hyoideum* so fest verbunden, dass eine Trennung dieser Theile von einander unmöglich wird. Nur eine Verrenkung des ganzen Zungenbeins ist möglich: nach innen (bei Einwirkung einer Gewalt von aussen her) und nach aussen (bei einer Gewalt von innen her; beim Hinabschlucken eines grossen Bissens). Die Erscheinungen dabei sind: schmerzhafte Anschwellung und Entzündung in der Zungenbeingegend, mit Athmungsbeschwerden, erschwerter Sprache und Unmöglichkeit zu schlingen *(angina Valsalvae s. spuria)*.

III. Kopfgelenke (s. Bd. I. S. 122).

Die Beweglichkeit des Kopfes auf der Wirbelsäule ist auf 2 Gelenke vertheilt; die Beuge- und Streckbewegung geschieht mittels des (Ginglymus-) Gelenkes zwischen Kopf (Hinterhaupt) und Atlas, die Seitwärtsdrehung wird zwischen Atlas und Epistropheus ausgeführt. Diese Einrichtung vertritt die Stelle eines, und zwar sehr freien, Gelenkes, welches aber der leichtern Verrenkung wegen für das in der Wirbelsäule eingeschlossene Rückenmark von grossem Nachtheile sein würde.

a. Die Verbindung zwischen Kopf und Atlas (s. Bd. I. S. 122) geschieht durch ein ziemlich lockeres (rechtes und linkes) Kapselband, und durch das vordere und hintere Ausfüllungsband, welche letzteren Bänder den Raum zwischen den Bögen des Atlas und dem Rande des *foramen magnum* ausfüllen. Ausserdem helfen bei dieser Verbindung auch noch der *apparatus ligamentosus* und das *lig. nuchae* mit, sowie indirect das Aufhängeband und die Flügelbänder des Zahnfortsatzes. — Da die Convexität der Hinterhauptscondylen sich weiter nach hinten als vorn erstreckt, so ist die Streckbewegung (welche auch durch keinen Stachelfortsatz am Atlas eingeschränkt wird) bedeutender als die Beugebewegung. Eine Verrenkung zwischen Kopf und Atlas ist bis jetzt (mit Sicherheit) nur einmal beobachtet worden.

b. Die Verbindung zwischen Atlas und Epistropheus (s. Bd. I. S. 123), durch weite Kapselbänder, das quere, das Aufhänge- und rechte und linke Flügelband des Zahnfortsatzes, sowie durch den *apparatus ligamentosus* vermittelt, ist ein Drehgelenk und gestattet dem Atlas sammt dem Kopfe sich um den Zahn des Epistropheus nach rechts und links um 45° zu drehen. Diese Drehbewegung beeinträchtigt das Rückenmark nicht im geringsten, da dem Atlas ein Körper fehlt und auf diese Weise viel Raum gewonnen ist. — Eine Verrenkung in diesem Gelenke könnte durch ein plötzliches und sehr starkes Niederdrücken des Kopfes gegen die Brust hervorgerufen werden (beim Fall von bedeutender Höhe auf den Kopf oder Nacken, beim Auffallen einer starken Last auf den Kopf, beim Stehen auf dem Kopfe), indem dann das Quer- und Flügelband des Zahnfortsatzes zerreisst und dieser nach hinten

tritt (wo dann das Rückenmark gequetscht wird und plötzlicher Tod erfolgen kann). Man behauptet, dass beim Tode durch Erhenken diese Verrenkung des Zahnes stets zu Stande käme; dies ist aber wohl nur dann der Fall, wenn der Henker den Kopf des Deliquenten sehr stark herabdrückt. Man will diese Verrenkung auch beim Aufheben der Kinder am Kopfe beobachtet haben.

B. Gelenke am Rumpfe.

I. Wirbelgelenke (s. Bd. I. S. 125).

Die Verbindung der Wirbel unter einander geschieht durch die Zwischenwirbelknorpel, durch die *ligg. longitudinalia, capsularia, flava, interspinalia* (und *apicum*) und *intertransversalia.* Die Beweglichkeit der Wirbelsäule (s. S. 302) hängt nur von den Zwischenwirbelknorpeln (s. Bd. I. S. 125) ab, denn diese bilden elastische Polster, welche dem darauf liegenden Wirbel eine geringe Bewegung nach allen Seiten hin erlauben, ihn aber zugleich mit dem nächst folgenden Wirbel fest verbinden. Der Grad der Beweglichkeit ist nicht an allen Stellen der Wirbelsäule derselbe. Da, wo der Kanal für das Rückenmark am engsten ist (am Brusttheile), findet sich die wenigste Beweglichkeit (es ist nur eine ganz geringe Verschiebung möglich), während mit dem Weiterwerden dieses Kanales am Hals- und Lendentheile die Beweglichkeit zunimmt. Es beruht diese grössere und geringere Beweglichkeit auf der Höhe der Wirbelkörper und der Zwischenwirbelknorpel; je niedriger die ersteren und je höher die letzteren, desto grösser ist die Beweglichkeit; auch übt auf diese die Stellung und Länge der Fortsätze Einfluss aus; vorzüglich sind es die Gelenk- und Dornfortsätze, welche dies thun. So schliessen die *processus obliqui* der Lendenwirbel, wegen ihrer verticalen Stellung und ihrer Richtung nach vorn und hinten, die Achsendrehung der Körper dieser Wirbel aus; die schiefe Richtung der *processus spinosi* der Brustwirbel hindert aber die Rückwärtsbeugung der Brustwirbelsäule.

Bewegungen der Wirbelsäule. Die Wirbelsäule kann gebogen, gestreckt, nach den Seiten geneigt und um ihre Achse gedreht werden. Die grösste Beug- und Streckbewegung findet zwischen dem 3. bis 7. Halswirbel, zwischen dem 11. Brust- bis 2. Lendenwirbel, und an der Verbindung zwischen dem 5. Lendenwirbel und Kreuzbein statt. Die Seitwärtskrümmung ist ebenfalls im Hals- und Lendentheile am bedeutendsten, im erstern grösser als im letztern. Die Achsendrehung, auf der Torsionsmöglichkeit der Zwischenwirbelknorpel beruhend, nimmt, wie die Breite der Knorpel zunimmt, vom Halse an nach abwärts fortwährend ab.

Verrenkungen kommen an der Wirbelsäule fast nur da vor, wo dieselbe ihre grösste Beweglichkeit besitzt, also am Hals- und Lendentheile; die meisten Dislocationen sind übrigens mit Fractur (und gewöhnlich mit Zerreissung, Compression, Lähmung des Rückenmarks) complicirt; nächst den Halswirbeln scheint auch nur den zwei untern Rückenwirbeln und den obern Lendenwirbeln eine Luxation von hinten nach vorn ohne Bruch möglich. Nur an den mittlern Halswirbeln (besonders am 3. und 4.) kommt durch rasche Rotation bisweilen eine (einseitige oder doppelte) Verrenkung zu Stande, welche ohne gefährliche Folgen und wieder einzurichten ist. Der Kopf ist hierbei verdreht, öfters auch nach der Seite oder nach rückwärts

gebeugt, die Bewegungen gehindert und schmerzhaft; die Dornfortsätze stehen nicht mehr in Einer Linie über einander.

II. Rippengelenke (s. Bd. I. S. 128).

Die Rippen, welche zum grössten Theil den Thorax (s. S. 304) bilden helfen, verbinden sich durch ihre hintern Enden mit den Brustwirbeln, während sich ihre vordern Enden in rippenähnliche Knorpel (s. Bd. I. S. 130) verlängern, von denen die der 7 obern (wahren) Rippen mit dem Brustbeine zusammenhängen, die der 5 untern (falschen) Rippen dagegen sich entweder an die Knorpel der nächst obern Rippen anlegen (der 8. bis 10. Knorpel) oder frei in die Bauchwand hineinragen (der 11. und 12. Knorpel).

a. **Rippenwirbelgelenke** (s. Bd. I. S. 128). Die **Rippenköpfchen** articuliren an der Brustwirbelsäule in einer Vertiefung, die je von 2 Wirbelkörpern gemeinschaftlich gebildet wird; der Kopf der 1. Rippe legt sich an den 7. Hals- und 1. Brustwirbel; während die 11. und 12. Rippe blos an einem Wirbel, am 11. und 12. Brustwirbel, und nur am Körper derselben, articuliren. Diese Verbindung ist eine Amphiarthrose, mit ginglymusartiger Bewegung nach auf- und abwärts, und wird durch das *lig. capsulare* und *conjugale* vermittelt. — Das **Tuberculum** der 10 obern Rippen ist durch Amphiarthrose (mit Hülfe der *ligg. transversaria*) noch an den Querfortsatz des gleichnamigen Brustwirbels geheftet. Diese Querfortsätze sind (nach *Hyrtl*) als Strebebalken zu betrachten, an welche sich die schärfste Krümmung einer Rippenspange von vorn her stemmt, und dadurch das Ausweichen der Rippen nach hinten, nur mit gleichzeitigem Bruche des Querfortsatzes möglich wird. Die 2 untersten entbehren dieser Befestigung und sind deshalb der Verrenkung (im Costovertebralgelenke) ausgesetzt.

b. **Rippenbrustbeingelenk** (s. Bd. I. S. 130). Die erste Rippe verbindet sich ohne Gelenk, blos durch Knorpelmasse mit dem *manubrium sterni;* die Knorpel der übrigen wahren Rippen dagegen stossen mit rundlichen Gelenkflächen an die Gelenkgruben des Brustbeins, sind an diese durch die *ligg. sternocostalia radiata* befestigt, und bilden ein Amphiarthrosengelenk. Die Knorpel der (grösstentheils falschen) Rippen, welche sich an einander anlegen (der 5. bis 9.) articuliren mit einander durch lange glatte Knorpelflächen (bisweilen mit Kapselbändern und Synovialkapseln), die im Alter mit einander verschmelzen. Verrenkung der Rippenknorpel kann vorkommen, doch ist dies nur höchst selten der Fall, eher kommt es zum Bruche des Rippenknorpels oder zur Trennung (Diastase) desselben vom vordern Rippenende.

III. Symphysen des Beckens.

Am Becken (s. S. 307) sind die Hüftbeine mit dem Kreuzbeine, die beiden Schambeine unter einander, und das Steissbein mit dem Kreuzbeine durch faserknorpelige Platten mehr oder weniger fest vereinigt. An diesen Faserknorpeln sind aber die faserigen Bestandtheile nicht wie bei den Zwischenwirbelknorpeln in concentrische Platten geordnet, sondern sie durchsetzen die Knorpelmasse ohne bestimmte Richtung. Diese Symphysenknorpel gewinnen dadurch an Festigkeit, verlieren aber an Elasticität und Geschmeidigkeit. Verstärkt wird die Festigkeit der Beckensymphysen noch durch Hülfsbänder.

a. **Kreuzsteissbein-Symphyse** (s. Bd. I. S. 132). Das Steissbein ist mit der Spitze des Kreuzbeins durch eine kleine Faserknorpelscheibe

und die *ligg. sacro-coccygea* verbunden, und ebenso vereinigen sich auch die einzelnen Steissbeinstücke unter einander. Auf diese Weise ist dem Steissbeine eine ziemliche Beweglichkeit verliehen, welche besonders beim Gebären von grossem Vortheil ist, insofern der gerade Durchmesser des Beckenausgangs dadurch (um fast 1'') vergrössert werden und die sonst herzförmige Gestalt des Beckenausganges in eine mehr ovale umgewandelt werden kann. — Verrenkungen des Steissbeins sind nur selten, doch hat man eine Luxation nach hinten in Folge einer schweren Geburt, und eine solche nach vorn durch einen Fall auf den Hintern beobachtet (was leichter der Fall ist, wenn die Steissbeinstücken anchylosirt sind).

b. **Kreuzhüftbein-Symphysen** (s. Bd. I. S. 132), gebildet zwischen den *superficies auriculares* der *ossa ilei* und *ossis sacri* und durch die *ligg. ilio-sacra, ilio-lumbalia* und *vaga* verstärkt, bedingen eine feste Einkeilung des Kreuzbeins zwischen den beiden Hüftbeinen, so dass eine Trennung dieser Knochen von einander höchst selten, und nur durch bedeutende Gewalt zu Stande kommt. Meist ist eine solche Verrenkung eine einseitige.

c. **Schambeinsymphyse** (s. Bd. I. S. 131), zwischen den beiden eiförmigen Flächen des obern Theiles des absteigenden Schambeinastes gebildet und vom *lig. annulare* und *arcuatum* verstärkt, erleidet während der Schwangerschaft eine Auflockerung und Erweichung, und beim Kindbettfieber manchmal selbst eine Verjauchung (mit Diastase der Beckenknochen). Die Symphyseotomie, zur Erleichterung der Geburt, ist ein Unsinn, da bei der Entfernung der Schambeine von einander nicht unbedeutende Zerstörung der *symphysis sacro-iliaca* erfolgt. Auch wird durch diese Operation nur der quere und schiefe Durchmesser vergrössert, dagegen der gerade gar nicht.

C. Gelenke der obern Extremität.

I. Brustbein-Schlüsselbeingelenk (s. Bd. I. S. 134).

Das Schlüsselbein (s. S. 312) verbindet sich durch sein inneres oder Sternalende mit dem Handgriffe des Brustbeins so, dass ihm Bewegungen nach allen Seiten hin, allerdings in sehr beschränktem Maasse, zustehen; es ist dies deshalb nöthig, weil das Schlüsselbein allen Bewegungen des Schulterblattes, dem es zur Stütze dient, folgen muss. Dieses Arthrodiegelenk, welches zwischen den Köpfen des *m. sternocleidomastoideus*, besonders bei magern Individuen und Rhachitischen, deutlich vorspringt, besitzt einen Zwischenknorpel (welcher dem Gelenke eine ziemliche Beweglichkeit erlaubt, ohne dass seine Kapsel schlaff ist), und zwei Synovialkapseln, und wird durch das *lig. capsulare, rhomboideum* und *interclaviculare* vermittelt.

Die Bewegungen im Sternoclaviculargelenke sind von dreierlei Art: die Clavicula hebt und senkt sich (Bewegung nach oben und unten), sie bewegt sich nach vor- und rückwärts, und dreht sich auch etwas um ihre Achse. Das letztere ist der Fall, wenn das Schulterblatt mit seinem untern Winkel sich nach vorn oder hinten dreht. Alle diese Bewegungen combiniren sich mit einander bei jeder Erhebung des Arms, weil hier das Schulterblatt und Schlüsselbein eine Bewegung nach vorn und oben mitmachen und zugleich eine Rotation erfahren.

Verrenkungen im Brustbein-Schlüsselbeingelenke sind möglich nach vorn, hinten, innen und oben. Die Luxation nach vorn (und dabei immer etwas nach innen und unten) ist die häufigste und kommt entweder durch ein starkes Zurücktreten des Schulterblattes nach hinten und aussen zu Stande, oder indem das Schlüsselbein bei erhobener und von aussen gestossener Schulter mit seinem innern Ende die Kapsel durchstösst; stets

gleitet es dann auf die vordere Fläche des *manubrium sterni* herab. Die Verrenkung nach hinten ist sehr selten, kann sowohl durch directe Gewalt wie durch ein starkes Nachvornstossen der Schulter entstehen, und bedingt stets eine Verschiebung des Schlüsselbeinendes nach innen (und bisweilen etwas nach oben oder unten). Bei starker Verrenkung nach hinten können durch Druck des Knochens auf die Luft- und Speiseröhre Athmungs- und Schlingbeschwerden eintreten. Bei allen diesen Verrenkungen sind die Bewegungen des Armes erschwert und schmerzhaft, der Gelenkkopf an der falschen Stelle und die Gelenkgrube deutlich fühlbar.

II. Schlüsselbein-Schulterblattgelenk (s. Bd. I. S. 134).

Die Gelenkverbindung zwischen dem äussern Ende der Clavicula und dem Acromion des Schulterblattes, welche mitten auf der Schulterhöhe, gerade über dem Oberarmgelenke, ihre Lage hat, ist eine straffe Amphiarthrose und wird zuvörderst durch das *lig. capsulare* und *claviculo-acromiale* hergestellt, und unterstützt durch die beiden *ligg. coraco-clavicularia (trapezoideum* und *conoideum)*, in deren Concavität das sehnige Ende des *m. subclavius* liegt. In diesem Gelenke will man bisweilen auch einen Zwischenknorpel entdeckt haben.

Die Bewegungen des Schulterblattes am Schlüsselbeine sind von nur geringem Umfange, denn es ist im Claviculo-Acromialgelenke blos eine geringe Verschiebung nach oben und unten, nach aussen und innen, und einige Rotation nach vorn und hinten möglich. — Verrenkungen kommen hier nach oben und unten vor. Ein starker Stoss auf die Schulter kann nämlich, nach Zerreissung der Bänder, das Schulterblatt nach unten oder nach oben treiben und dann wird das Acromialende des Schlüsselbeins höher oder tiefer stehen müssen. Nach *Morel* soll sich das Schlüsselbein unter den *processus coracoideus* verrenken können.

III. Schulter- oder Oberarmgelenk (s. Bd. I. S. 135).

Die *articulatio humeri* ist das freieste Arthrodiegelenk und erlaubt, dass wir jeden Punkt unserer Körperoberfläche mit der Hand berühren können. Es wird dieses Gelenk zwischen der, durch das *lig. glenoideum (labrum cartilagineum)* vertieften *cavitas glenoidalis scapulae* und dem Oberarmkopfe gebildet und nur von einem weiten schlaffen Kapselbande (welches einen fast 2mal grössern Gelenkkopf aufnehmen könnte) vermittelt. Durch den obersten Theil des Schultergelenkes, über den Oberarmkopf hinweg, verläuft die Sehne des langen Kopfes des *m. biceps*, welche für den Oberarmkopf die Stelle eines Haltbandes vertritt, ihn gegen die Gelenkgrube andrückt und durch den *sulcus intertubercularis* aus dem Gelenke herauskommt. Der Oberarmkopf bildet beinahe zwei Drittel einer Kugel von etwa 1½" Durchm.; und seine knorpelige Gelenkfläche hat eine wenigstens 3mal grössere Ausdehnung als die Gelenkgrube des Schulterblattes, so dass in allen Stellungen des Armes immer zwei Drittel des Gelenkkopfes frei bleiben (vorzüglich ragt er bei der natürlichen Stellung nach vorn und hinten über die Gelenkhöhle hinaus). Die Stelle, an welcher die Ueberknorpelung des Kopfes aufhört, heisst der anatomische Hals, während sich der chirurgische Hals bis zur Insertion des grossen Brustmuskels herab erstreckt. Die Gelenkkapsel wird von einigen accesso-

rischen Faserbündeln (die sich vom *processus coracoideus* gegen die Tubercula ziehen) und von allen Muskeln, die sich an die Tubercula ansetzen, verstärkt; sie ist an ihrem vordern und innern Umfange dünner als nach hinten und aussen; ihre schwächste Stelle ist unten zwischen dem *m. teres minor* und *subscapularis.* Mit der Synovialkapsel communicirt gewöhnlich die *bursa subscapularis s. coracoidea,* welche zwischen dem *processus coracoideus*, der Sehne des *m. subscapularis* und dem Gelenke liegt; bisweilen auch noch die *bursa acromialis interna s. supraspinata.* Das Dach des Schultergelenkes wird vom *acromion, processus coracoideus* und *lig. coraco-acromiale* gebildet, und es überragt den grössten Theil des Oberarmkopfes, von welchem es etwa 3—4''' absteht (in welchem Raume die Sehne des *m. supraspinatus*, die *bursa acromialis* und fetthaltiges Zellgewebe sich befindet), und unterstützt die kleine, seichte Gelenkfläche; von vorn her deckt der *m. deltoideus* das Gelenk. Uebrigens dient auch in diesem Gelenke der atmosphärische Luftdruck zum innigen Contact der Gelenktheile. Ueber die Umgebung des Achselgelenkes s. Bd. I. S. 780 bei Achselgegend.

Bewegungen im Schultergelenke. Alle Arten von Bewegungen sind im Oberarmgelenke möglich. Die Bewegung nach vorn ist bis zum verticalen Aufstellen des Armes ausführbar, die nach hinten ist durch Uebung ebenfalls sehr weit zu bringen. Die Bewegung nach aussen und oben kann einen Kreisbogen von 180° beschreiben, wobei der Gelenkkopf von oben nach unten an der Gelenkgrube (deren grösster Durchmesser der senkrechte ist) herabgleitet und der *m. subscapularis*, sowie der lange Kopf des *triceps* gespannt wird. Bei der stärksten Erhebung und Abduction stösst das grosse Tuberculum an das Acromion und der Gelenkkopf drückt auf die untere und innere Partie des Kapselbandes, so dass hier bei einiger Gewalt (welche auf Hand oder Ellenbogen wirkt) leicht Zerreissung der Kapsel und Verrenkung zu Stande kommen kann. Die Adduction des etwas vorwärts bewegten Armes ist bis zur Querlage desselben vor der Brust möglich. Die Achsendrehung ist durch die Schlaffheit und Weite der Kapsel in ziemlichem Umfange erlaubt, wobei die anliegenden und an die Kapsel gehefteten Muskelfasern eine Faltung und Einklemmung derselben verhüten.

Krankheiten des Schultergelenkes. Wegen der uneingeschränkten Beweglichkeit dieses Gelenkes kommen an ihm am häufigsten **Verrenkungen** und zwar nach allen Richtungen hin, nur nicht nach oben (des Daches wegen, welches abbrechen müsste), vor. Sie erfolgen aber nicht mit derselben Leichtigkeit nach allen Richtungen hin; die häufigste ist die nach unten, auf den äussern Rand der Scapula, (diese sollte früher die allein mögliche primäre, alle übrigen aus dieser hervorgegangene, secundäre sein); sie kommt gewöhnlich durch einen Fall auf den ausgestreckten Arm zu Stande (wo der Arm wie ein zweiarmiger Hebel wirkt, dessen Hypomochlium am äussern Rande des Acromion liegt und dessen kurzer Arm der Gelenkkopf ist). Die seltenste Luxation ist die nach hinten; weniger selten ist die nach vorn und unten (auf die vordere Seite des Schulterblattes), sowie die nach hinten und unten (auf die hintere Seite des Schulterblattes). Ob die Luxation nach oben und vorn oder hinten vorkomme, ist noch Sache des Streites, wie überhaupt die Ansichten der Chirurgen über die verschiedenen Arten der Schulterverrenkungen sehr differiren. — Die Verrenkung am Schultergelenke kann eine complete und eine incomplete sein; die letztere kann auch (wie es scheint, am leichtesten nach innen und oben gegen den Rabenschnabelfortsatz) ohne Zerreissung der Kapsel vorkommen, während die complete Luxation stets mit Zerreissung derselben verbunden ist. Dieser Kapselriss macht

häufig die Reposition des Gelenkkopfes sehr schwierig, zumal bei alten Verrenkungen, wo die Weichtheile durch Entzündung und Exsudation geschwollen oder entartet. — Wie in allen andern Gelenken kann auch im Schultergelenke Entzündung (mit ihren Folgen) und Zerstörung der verschiedenen Gelenktheile, *Omarthrocace* benannt, vorkommen. — Bei der **Exarticulation** (Enucleation) des Oberarmes werden aus den benachbarten Weichtheilen, besonders aus den Muskeln, ein oder mehrere Lappen zur Bedeckung der Gelenkgrube gebildet. Man macht nämlich entweder einen äussern Lappen aus dem *m. deltoideus;* oder einen vordern und hintern, oder einen hintern äussern und innern vordern Lappen; immer stellt der Deltamuskel den Haupttheil des Lappens dar. — Zur **Resection des Oberarmkopfes** ist durch einen Längenschnitt an der vordern innern Seite des Gelenkes, welcher dem Zwischenraume zwischen *acromion* und *processus coracoideus* entspricht, das Gelenk leicht zu öffnen. — Es soll sich auch die Sehne des langen Kopfes des *m. biceps* aus dem *sulcus intertubercularis* verrenken können.

IV. Ellenbogengelenk (s. Bd. I. S. 136).

Das Ellenbogengelenk ist eigentlich aus einem Ginglymus- und einem Rotationsgelenke zusammengesetzt; ersteres wird zwischen beiden Vorderarmknochen und dem Oberarmbeine, letzteres zwischen Radius und Ulna gebildet. Eine gemeinschaftliche Kapsel kommt beiden Gelenken zu, doch wird das Oberarm-Vorderarmgelenk noch durch die beiden Seitenbänder *(lig. laterale cubiti externum* und *internum)*, das Radio-Ulnargelenk durch das Ringband unterstützt. Manche nehmen am Ellenbogengelenke drei Abtheilungen an, nämlich das Humero-Ulnar-, das Humero-Radial- und das Radio-Ulnargelenk. Ueber die das Gelenk umgebenden Weichtheile s. Bd. I. S. 782 bei der Ellenbogengegend; die Muskeln, welche zunächst das Gelenk umgeben und die Kapsel gespannt erhalten, sind vorn der ***brachialis***, aussen der ***supinator brevis***, hinten der *triceps* und nach innen der ***anconaeus quartus*** mit den Flexoren der Hand.

a. **Humero-Ulnargelenk**, wird von der das mittlere Drittel des untern Endes des Oberarmbeins bildenden *trochlea* (des *processus cubitalis*) und von dem obern Ende der Ulna mit der *fossa sigmoidea major* gebildet. Da die *trochlea* etwa $^5/_6$ eines Kreises misst, die *fossa sigmoidea* dagegen nur etwa $^3/_6$, so wird bei der stärksten Streckung vorn, und bei der stärksten Beugung hinten $^2/_6$ der Rolle von der *fossa sigmoidea* nicht umgriffen werden. Rolle und halbmondförmige Grube liegen sehr dicht an einander; erstere hat auch noch einen Ausschnitt und letztere einen Vorsprung, beide greifen in einander und erschweren dadurch die seitliche Verschiebung. Die innere Hälfte der Rolle ist umfänglicher und ragt weiter (um 2''') abwärts, als die äussere; die Achse der Rolle ist schräg nach innen und unten gerichtet (weshalb der Vorderarm bei seiner Beugung etwas nach einwärts sich bewegt). Oberhalb der Rolle befindet sich vorn und hinten eine Grube *(fossa supratrochlearis)*, von denen die vordere seichtere bei starker Beugung des Armes den *processus coronoideus ulnae*, die hintere tiefere bei starker Streckung das Olecranon (auf 180° zu bringen) aufnimmt. — Eine **Verrenkung der Ulna allein** kommt nicht häufig vor, und fast nur **nach hinten**, da die Luxationen nach innen oder vorn, des Baues des Gelenkes wegen, nur sehr schwer zu Stande kommen können.

b. **Humero-Radialgelenk**, wird vom Köpfchen des Radius und der *rotula* des *processus cubitalis* des Oberarmbeines gebildet; ersterer bewegt sich mit seiner seichten napfförmigen Vertiefung, wenn die Ulna ihre Beuge- und Streckbewegungen ausführt, an der Rotula vor- und rückwärts;

die letztere bietet bei weitem weniger Gelenkfläche als die Trochlea dar und ist von hinten her am Oberarmbeine nicht mehr sichtbar. Bewegt sich deshalb bei starker Streckung des Armes der Radius weit nach hinten, so kann er dann bei einiger Gewalt leicht über die Rotula hinausgedrängt werden. Die Verrenkung des Radius allein (im Humero-Radialgelenke) findet deshalb gewöhnlich nach hinten statt (mit Zerreissung des Ringbandes), so dass das Köpfchen desselben hinter dem äussern Condylus des Oberarms zu stehen kommt. Bei jeder Verrenkung des Radius steht der Vorderam in Pronation, weil durch die Verrückung des Radius an der unverrückten Ulna der *m. pronator* gezerrt wird.

Verrenkungen des Vorderarms am Oberarme. Die gewöhnlichste Luxation am Ellenbogengelenke (d. h. beider Vorderarmknochen) ist die nach hinten. Sie entsteht durch übermässige gewaltsame Streckung des Vorderarmes und gleich darauf folgende Beugung desselben. Bei dieser Hyperextension zerreisst nämlich die Kapsel an der Volarfläche des Gelenkes (so wie die vordern Bündel der Seitenbänder und ein Theil der Fasern des *m. brachialis internus*), und das Köpfchen des Radius wird bis hinter die Trochlea gedrängt, während die Ulna von der Trochlea nur etwas absteht. Bei der nachfolgenden Beugung stemmt sich dann das *capitulum radii* gegen den hintern Rand der Rotula und zieht, nach Zerreissung des *lig. annulare*, die Ulna nach hinten. — Die seitliche Luxation des Vorderarms, nach innen oder aussen, ist häufig eine incomplete, besonders die nach innen (wo der *processus coronoideus ulnae* zwischen die Trochlea und den *condylus internus* zu stehen kommt), und entsteht so ziemlich auf ähnliche Weise wie die Verrenkung nach hinten. *Cooper* betrachtet auch die seitlichen Luxationen, von denen es ganz reine und complete wohl nicht geben dürfte, als Unterarten der Luxation nach hinten. — Eine Verrenkung des Vorderarms nach vorn ist des Olecranons wegen selten, aber nicht unmöglich und ohne Bruch des Olecranon denkbar, wenn bei starker Beugung des Armes, wo $^{5}/_{6}$ der hintern Peripherie der Rolle frei liegen, ein Stoss von hinten her auf das Olecranon wirkt und Zerreissung der hintern Fasern der Seitenbänder bedingt. — Die Enucleation im Ellenbogengelenke ist nicht zu empfehlen.

c. **Radio-Ulnargelenk** (oberes). Die *circumferentia articularis* des Radialköpfchens ist an die *fossa sigmoidea minor* der Ulna durch das *lig. orbiculare* so angedrückt, dass sich hier der Radius um seine Achse drehen kann. Es ist übrigens dieses Rotationsgelenk so eingerichtet, dass bei jedem Grade von Beugung oder Streckung des Armes die Pro- und Supination möglich wird. Bei der Rotation des Radius dreht sich dessen unteres Ende, nicht wie das obere um seine Achse, sondern in einem Kreisbogen um das unverrückte Köpfchen der Ulna (s. bei Handgelenk). — Verrenkungen des Radius an der Ulna kommen, gewöhnlich mit Zerreissung des Ringbandes, nach vorn, hinten und aussen zu Stande. Es sind alle diese Verrenkungen gewissermaassen doppelte, nämlich im Humero-Radial- und im Radio-Ulnargelenke, da sich hierbei das *capitulum radii* von der *ulna* und auch von der *rotula* entfernt.

Das Kapselband des Ellenbogengelenkes (s. Bd. I. S. 137), welches vorzüglich an seiner vordern Wand sehr stark ist und seitlich von den Seitenbändern verstärkt wird, schliesst oben die Rolle, Rotula und die *fossae supratrochleares* ein, heftet sich unten an den Rand der *fossae sigmoideae* und umgeht, mit dem *lig. orbiculare* vereinigt, den Hals des Radius, so dass dessen Kopf im gemeinschaftlichen Sacke der Kapsel steckt. Von den 4 um das Ellenbogengelenk liegenden Schleimbeuteln (s. Bd. I. S. 308) communicirt die *bursa anconaea* bisweilen mit der Gelenkhöhle.

NB. Bei Verletzungen des Ellenbogengelenkes gewähren die Condylen des Oberarms, das Olecranon und das Köpfchen des Radius gute Anhaltepunkte für die Diagnose. An einem gesunden Ellenbogen steht der obere Rand des Olecranon in gleicher Höhe mit den Condylen.

V. Handgelenk (s. Bd. I. S. 138).

An der Verbindungsstelle zwischen Vorderarm und Hand befinden sich zwei Gelenke, nämlich das untere Radio-Ulnargelenk, ein Rotationsgelenk, und das Antibrachio-Carpalgelenk, eine beschränkte Arthrodie. Das erstere Gelenk wird vom untern dickern Ende des Radius, welchem das *os naviculare* und *lunatum* des Carpus anhängt, und dem Köpfchen der Ulna gebildet, das letztere Gelenk von beiden Vorderarmknochen und der Handwurzel *(os naviculare, lunatum* und *triquetrum)*. In der Gegend des Handgelenkes (s. Bd. I. S. 783) trifft man auf viele Sehnen und Schleimscheiden (s. Bd. I. S. 308).

Unter den **Handbewegungen**, die sich übrigens nach der natürlichen und erworbenen Geschicklichkeit richten, nimmt *Günther* die folgenden 4 Grund- oder Cardinalbewegungen an, von denen jede allmälige Uebergänge in die andere machen kann, und jede 2 äusserste Gränzen und einen in der Mitte liegenden Zustand hat.

1) **Flächenbewegung** (Cardinalbewegung nach den Flächen), mit folgenden 3 Abtheilungen:

a. Flächenextension, d. i. der mittlere Zustand, bei dem die Hand mit dem Vorderarme in einer ebenen Fläche liegt; hält man dabei die Hand frei, so müssen *flexores* und *extensores carpi* gleichmässig wirken.

b. Dorsalflexion (Streckung), wenn der Handrücken der Dorsalfläche des Vorderarms genähert wird und so beide einen Winkel von etwa 80° bilden. Diese Bewegung, durch die *mm. extensores carpi* bewirkt, findet hauptsächlich im Carpal-Carpalgelenke statt, welches bei dieser Bewegung einen Winkel von 74° beschreibt, während der im Antibrachial-Carpalgelenke nur 5° beträgt.

c. Volarflexion (Beugung), bei welcher sich die Hohlhand der Volarfläche des Vorderarms nähert und so beide einen Winkel von etwa 60° bilden. Diese Bewegung findet mit Hülfe der *mm. flexores carpi* und des *palmaris longus*, fast nur im Antibrachial-Carpalgelenk statt, vorbereitet durch das Erbsenbeingelenk.

Die einzelnen Metacarpusknochen beschreiben an der todten Hand von der grössten Volar- zur grössten Dorsalflexion folgende Bogen: der 1. von 46°, der 2. von 13°, der 3. von 6°, der 4. von 13°, der 5. von 18°.

2) **Ränderbewegung**. Hand und Vorderarm bleiben dabei in derselben Fläche, allein die Ränder beider verändern ihre Stellung zu einander, von einer ziemlich geraden Linie bis zu einem Winkel. Sie hat folgende 3 Abtheilungen:

a. Ränderextension (mittlerer Zustand), wobei der 5. Mittelhandknochen mit der *ulna*, der 2. mit dem *radius* eine ziemlich gerade Linie bilden; es wirken hier die *mm. flexores* und *extensores carpi* gleichmässig.

b. Ulnarflexion (Adduction), wobei der Ulnarrand der Hand mit dem des Vorderarms einen Winkel von etwa 40° bildet. Sie geschieht durch den *m. flexor* und *extensor carpi ulnaris* und hauptsächlich im Antibrachial-Carpalgelenke, welches einen Bogen von 20° beschreibt, während der des Carpal-Carpalgelenkes 4° und der des Carpal-Metacarpalgelenkes 2° beträgt.

c. Radialflexion (Abduction), geschieht bis zu einem Winkel von 33° und durch die *mm. carpi radiales*, hauptsächlich im Carpal-Carpalgelenke (einen Bogen von 21° beschreibend), und nur wenig im Brachial-Carpalgelenke (Bogen von 9°).

3) **Rotation**. Sie geschieht hauptsächlich zwischen *radius* und *ulna* (Bogen von 148°); nur wenig Antheil nimmt dabei das Brachial-Carpal-

gelenk (Bogen von 14°) und noch weniger das Carpal-Carpalgelenk (12°). Sie kann durch die Drehung im Schultergelenke vermehrt werden (dann anstatt eines Bogens von 180° einer von 310°); die *cartilago triangularis* bewegt sich dabei um ihr eigenes Centrum.

a. **Halbe Pronation**; wenn Vorderarm und Hand mit ihrer Volarfläche ungezwungen auf den Tisch gelegt werden.

b. **Ganze Pronation**, geschieht im Radial-Ulnargelenke und bei hohem Grade, an der äussersten Gränze, noch durch das Brachial-Carpalgelenk.

c. **Supination**, geschieht in denselben Gelenken wie die Pronation.

4) **Wölbungsbewegung**; besteht in Wölbung und Abflachung der Hand und geschieht in den Wölbungsgelenken, besonders zwischen den einzelnen Mittelhandknochen und den Carpusknochen der 1. Reihe. Die von oben nach unten zunehmende Differenz zwischen gewölbter und abgeflachter Hand besteht in der Gegend des Daumen-Carpalgelenkes aus $3\frac{1}{2}'''$, über dem Finger-Metacarpalgelenke $11\frac{1}{2}'''$, an demselben $15'''$, an den Fingern $18\frac{1}{2}'''$. — Die Fähigkeit, die Wölbung der Hand zu vermehren, ist an den verschiedenen Punkten verschieden; am Ulnar-Radialgelenke, durch Pronation hervorgebracht, beträgt die Differenz zwischen grösster und geringster Wölbung $3'''$, an der 1. Carpusreihe $5'''$, an der 2. Carpusreihe $2'''$, an den Basen der Mittelhandknochen $9'''$, an den Köpfchen derselben $8'''$.

a. **Unteres Radio-Ulnargelenk.** Die Verbindung des untern dicken Endes des Radius mit der Ulna, welches mit einer seitlichen Gelenkgrube für das Köpfchen der Ulna versehen ist, geschieht einestheils durch ein weites Kapselband (*lig. sacciforme;* s. Bd. I. S. 138), anderntheils durch die *cartilago triangularis* (s. Bd. I. S. 140). Die Ulna ist hier der feste Punkt, um welchen sich der Radius dreht und bei dieser Rotation die Hand mitnimmt. **Verrenkungen** in diesem Gelenke sind sehr selten, doch kann der Radius **nach hinten und vorn** luxiren.

b. **Antibrachial-Carpalgelenk** (Handgelenk im engern Sinne), ist eine beschränkte Arthrodie, und wird oben von den beiden Vorderarmknochen, unten vom *os naviculare, lunatum* (welche sich beide an den Radius anlegen) und vom *os triquetrum* gebildet. Zwischen dem letztern Knochen und dem *capitulum ulnae* befindet sich die *cartilago triangularis.* Ein weites schlaffes Kapselband mit Verstärkungsfasern auf der Volar- und Dorsalfläche, sowie am Radial- und Ulnarrande des Gelenkes, vermittelt (nebst den Sehnen der Beuge- und Streckmuskeln) die Verbindung zwischen Vorderarm und Hand. Die Beug- und Streckbewegung der Hand in diesem Gelenke ist in einem Bogen von 180° gestattet, die Abduction beträgt (wegen des *processus styloideus radii*) nur etwa 45°, die Adduction (wegen der Zusammendrückbarkeit des dreieckigen Zwischenknorpels) etwas mehr; eine Drehung findet hier nicht statt (nur mit Hülfe des Radius).

Aus den Messungen der Radien und Bogen der Gelenkflächen des Vorderarm-Handwurzelgelenkes ergibt sich (nach *Günther*): *a)* an den Vorderarmknochen wird an allen Stellen eine wahre Kreislinie gebildet. *b)* An den Carpalknochen wird grösstentheils, und zwar immer an dem Dorsalrande, eine Kreislinie gebildet, die aber nach der Vola zu mit einer Verkürzung des Radius von $\frac{3}{4}$—$1'''$ zur Spirallinie wird. Dadurch müssen bei der Bewegung zuletzt die Geschwindigkeit und der erforderliche Kraftaufwand verringert werden, und das Gelenk muss vorzugsweise zur Beugung eingerichtet sein. *c)* Die Abweichung zur Spirallinie ist am bedeutendsten am *os naviculare* und *triquetrum*, am geringsten am *os lunatum.* *d)* Die Bogen an den Aushöhlungen enthalten jeder ungefähr nur halb so viel Grade, als die der ihnen entsprechenden Wölbungen, und haben einen längern Radius, sind mithin kleinere Abschnitte von grössern Kreisen. *e)* Die Bogen der Aushöhlung nehmen vom Radialrande nach dem Ulnarrande hin an Graden zu; ebenso sind die Radien der Bogen nach dem Ulnarrande hin grösser, die Aushöhlungen mithin flacher. *f)* An den Wölbungen nehmen die Bogen in derselben Richtung an Gradzahlen immer ab, sowie ihre Radien immer kleiner werden; die Wölbung wird also bedeutender. *g)* Indess stimmen die Radien des *os naviculare* und *lunatum,* sowie der ihnen entsprechenden Aushöhlungen überein. — Jede der sich berührenden Flächen dieses Gelenkes stellt eine doppelte Pyramide dar, deren Basen sich berühren; es ist also der grösste Durchmesser in der Mitte und hier entsteht bei Beugung und Streckung der Hand eine Wölbung, welche insofern von Nutzen ist, als sie beim Anfange zu der entgegengesetzten Bewegung durch die Sehnen der Beuger oder Strecker

gedrückt wird, wodurch die Leichtigkeit der Bewegung sehr begünstigt wird. Die Schmalheit aber an den Seiten gestattet den Sehnen der Carpalmuskeln vorbeizulaufen, ohne das Handgelenk zu dick und breit zu machen. Ferner wird dadurch die Thätigkeit derselben gänzlich unabhängig von der der Fingermuskeln, und endlich war diese Einrichtung vorzüglich deshalb nothwendig, um die Ab- und Adduction hervorbringen zu können. Bei der Pro- und Supination, wozu die beiden Carpalreihen auch etwas beitragen, werden sie dadurch in Bewegung gesetzt, dass die Sehnen der Carpalmuskeln auf die schmälern Stellen drücken und so die rotirende Bewegung hervorbringen; dazu befindet sich noch am *os naviculare* und *triquetrum* neben der Gelenkfläche ein Vorsprung. — Die *cartilago triangularis* ist den 3fachen Bewegungen zwischen *ulna* und *os triquetrum* förderlich, nämlich: *a)* für die Flächenbewegung, wo sich das, von vorn nach hinten convexe *os triquetrum* vom Rücken nach der Vola dreht, ist der Knorpel an seiner untern Fläche von vorn nach hinten concav. *b)* Für die Ränderbewegung ist die untere Fläche des Knorpels vom Radial- nach dem Ulnarrande hin ausgehöhlt, das *os triquetrum* in dieser Richtung convex. *c)* Bei der Rotation kommt nur die obere Fläche des Knorpels in Betracht, denn seine untere Fläche und das *os triquetrum* verändern hier ihre Lage nicht zu einander. Hier ist der Knorpel gleichmässig rund, vertieft und dreht sich um die Stelle herum, mit welcher er an die Wurzel des *processus styloideus ulnae* befestigt ist. Dabei wird das *lig. subcruentum* an seinem Volar- und Dorsaltheile abwechselnd erschlafft und gespannt; und hierdurch wird die zu starke Rotation gehemmt, nicht durch das *lig. sacciforme.*

Verrenkungen am Handgelenke. Als solche hat man die Luxation der Hand **nach vorn** (auf die Volarfläche des Vorderarms), **nach hinten** (auf die Dorsalfläche) und **nach den Seiten** (nach aussen und innen) angenommen, aber bis jetzt sind nur sehr wenig Handverrenkungen wirklich beobachtet worden. Am leichtesten kommt die Luxation nach hinten und vorn zu Stande, die seitliche wohl nur unter starken Zerreissungen.

VI. Zwischenhandwurzelgelenk (s. Bd. I. S. 142).

Im **Carpal-Carpalgelenk** verbinden sich die beiden Reihen der Handwurzelknochen mit einander; es ist hier nicht nur Beugung und besonders Streckung, sondern selbst ein geringer Grad von Achsendrehung möglich. Die Bänder, welche diese Verbindung bewerkstelligen, sind: ein Kapselband mit Verstärkungsbändern an der Volar-, Dorsal-, Radial-, und Ulnarfläche. Verrenkungen in diesem Gelenke kommen nur durch heftige mechanische Beleidigungen zu Stande und sind meistens incomplet. Am leichtesten luxirt sich das *os capitatum* und zwar bei gewaltsamer Beugung, bisweilen selbst spontan bei gewöhnlicher Beugung der Hand (in Folge von Erschlaffung der Bänder)

Das Carpal-Carpalgelenk, welches vorzüglich passend für die Streckung eingerichtet ist (weshalb auch die Gelenkflächen des *os naviculare*, *capitatum* und *hamatum* nach dem Rücken hervorragen), zeigt vom Ulnar- nach dem Radialrande hin bedeutende Erhöhungen und Vertiefungen, so dass es für Ränderbewegung eigentlich nicht eingerichtet ist. Doch ist diese nach dem Radialrande hin merklicher und kann nur vor sich gehen, wenn zugleich das *os triquetrum* von der *ulna* und der 5. Mittelhandknochen vom *os triquetrum* entfernt wird, zugleich muss sich auch dabei das *os triquetrum* gegen das *os hamatum* bewegen. Wegen des patellaartigen Hin- und Herschiebens des *os pisiforme* kann dann bei der stärksten Radialflexion leicht wieder die Ulnarflexion erzielt werden. Die Erhöhungen und Vertiefungen an der 1. Carpalreihe folgen vom Radial- nach dem Ulnarrande so: zuerst eine Erhöhung am *os naviculare* für *os multangulum majus* und *minus*, dann eine kugelförmige Vertiefung für das *caput ossis capitati* am *os naviculare* und einem Theile des *os lunatum*, zuletzt eine vertiefte 3eckige Fläche für das *os hamatum*, am *os lunatum* und *triquetrum*. Das entgegengesetzte Verhältniss findet sich an der 2. Carpalreihe, wo das *os multangulum majus* und *minus* eine Aushöhlung, das *os capitatum* eine kugelförmige Wölbung, und das *os hamatum* eine dreieckige schwächere Wölbung bildet. — Die Resultate der Messungen dieses Gelenkes sind: *a)* das Carpal-Carpalgelenk ist zu Ränderbewegungen sehr wenig geschickt; *b)* am Radialrande geht die Ränderbewegung kreisförmig, am Ulnarrande auf einer schiefen Fläche vor sich. *c)* Das Gelenk ist dagegen vorzüglich zu Flächenbewegungen gebaut. *d)* Eine jede Carpalreihe desselben ist mit 2 gewölbten und 2 ausgehöhlten Flächen versehen. *e)* Die Radien der Wölbungen sind in der Richtung der Flächenbewegungen sämmtlich kürzer, als die der Vertiefungen, sie beschreiben also einen kleinen Kreis. *f)* Es stimmt also dieses Gelenk zum Theil hinsichtlich der Radien mit dem Brachial-Carpalgelenk überein. *g)* Die Bogen der beiden äussersten Vertiefungen sind grösser als die der hierzu gehörigen Wölbungen; die Bogen der beiden mittelsten aber kleiner. *h)* Es umschreibt das Gelenk nicht die Form eines Cylinders, sondern einer Spindel, und die Gründe dieser Einrichtung liegen darin, dass, wie vorher erwähnt wurde, die äussersten Gränzen dieses Gelenkes bei den Flächenbewegungen nicht hervorstehen sollen, wohl aber der mittlere Theil. *(Günther.)*

Das **Erbsenbeingelenk** hilft die Volar- und Ulnarflexion ausführen; das *os pisiforme* ist nach allen Seiten hin gleichmässig und ziemlich bedeutend beweglich, und lässt sich in einem Winkel von 31° um seine Achse drehen. Seine Gelenkfläche, die von oben nach unten etwa 7‴ lang ist und in der Quere 5½‴ hält, ist etwas ausgehöhlt und die ihr entsprechende des *os triquetrum* etwas gewölbt. Es ist so ziemlich mit der Kniescheibe zu vergleichen, nur dass es weit beweglicher als diese ist, da die Kniescheibe nur auf die Bewegungen eingerichtet ist, welche parallel mit der Längenachse der untern Extremität laufen, während das Erbsenbein auch nach den Seitenrichtungen gezogen werden kann. Es befestigt sich daher auch an sehr verschiedenen Punken, nämlich am *os triquetrum, hamatum*, 5. Mittelhandknochen und *m. flexor digiti V. (Günther.)*

VII. Handwurzel-Mittelhandgelenke (s. Bd. I. S. 145).

Die Carpal-Metacarpalgelenke befinden sich zwischen der 2. Reihe der Carpusknochen und den obern Enden (Basen) der Mittelhandknochen. Die Verbindung zwischen diesen Knochen (mit Ausnahme der Arthrodie zwischen *os multangulum majus* und 1. Mittelhandknochen) ist eine sehr feste Amphiarthrose und gestattet nur eine ganz geringe Beugung und Streckung. Verrenkungen kommen deshalb in diesen Gelenken fast gar nicht vor.

Das **Daumen-Gelenk** zwischen *os multangulum majus* und 1. Mittelhandknochen ist ein ziemlich freies (Arthrodie); man hat hier Verrenkungen (meistens incomplete) des Mittelhandknochens auf die Dorsal- und Volarfläche des *os multangulum* beobachtet.

VIII. Zwischenmittelhandgelenke (s. Bd. I. S. 147).

Die Mittelhandknochen sind sowohl an ihren obern Enden (Basen), wie an den untern (Köpfchen), unter einander so verbunden (durch die *ligg. baseos* und *capitulorum ossium metacarpi*), dass nur eine sehr geringe Verschiebung (bei Wölbung und Abflachung der Hand der Breite nach) möglich ist.

IX. Fingergelenke (s. Bd. I. S. 147).

Die 1. Phalanx der Finger ist mit den Köpfchen der Mittelhandknochen durch Arthrodie verbunden (mit Ausnahme des Daumens, welcher hier ein Ginglymusgelenk hat), während sich die einzelnen Phalangen unter einander durch Ginglymus (mittels der *ligg. capsularia* und *lateralia*) vereinigen. Luxationen kommen weit leichter im Mittelhand-Fingergelenke, als in den Gelenken der Phalangen vor; nicht selten verrenkt sich das 1. Daumenglied an seinem Mittelhandknochen, besonders nach der Rückenfläche (eine sehr schwer einzurichtende Verrenkung).

D. Gelenke der untern Extremität.

I. Hüftgelenk (s. Bd. I. S. 148).

Dieses Gelenk, welches ein freies, ein sogenanntes Nussgelenk *(enarthrosis)* ist, wird von der, durch das *labrum cartilagineum* vertieften Pfanne und vom Oberschenkelkopfe gebildet, und letzterer durch

das *lig. capsulare* (mit der *zona orbicularis*) und *lig. teres*, sowie durch den Druck der atmosphärischen Luft und durch die benachbarten Muskeln an ersterer befestigt. Nach Gebr. *Weber* wird aber der Schenkelkopf im Acetabulum weder durch Bänder, noch durch Muskeln festgehalten, sondern der atmosphärische Luftdruck allein ist es, welcher die congruenten Kugelflächen der Pfanne und des Schenkelkopfes in Contact erhält.

Die **Pfanne** hat ihre Lage am Beckenknochen in gleichem Abstande von der *symphysis ossium pubis*, der *spina ilei anterior superior* und vom *tuber ischii*. Es bildet dieselbe nicht ganz die Hälfte einer Hohlkugel; denn kein einziger Durchmesser derselben (oder nur der von vorn nach hinten gehende) ist ein Kreisabschnitt von 180°. Dadurch ist aber die Bewegung eine freiere geworden, weil der Schenkelhals, welcher den in der Pfanne spielenden Kopf trägt, sich nicht so leicht an den Rand der Pfanne stemmt. Auch wird der Schenkelkopf nicht vom Rande der Pfanne getragen, wie dies bei einem mechanischen Nussgelenke der Fall ist. Die Kugelfläche der Pfanne wird nicht überall vom Gelenkknorpel gebildet, denn es geht vom untersten Punkte des Pfannenrandes eine Rinne nach der Mitte der Pfanne hinauf, welche ohne Knorpelüberzug ist und das *lig. teres* nebst gefässreichem und fetthaltigem Zellgewebe aufnimmt, wodurch die Halbkugelgestalt wieder hergestellt wird. Diese Rinne ist etwas breiter als das runde Band, damit sich dasselbe bei der Vor- und Rückwärtsbewegung des Schenkelkopfes verschieben könne, ohne aus der Rinne zu treten. Da die Pfanne genau denselben Radius hat, wie der Schenkelkopf, so berühren sich beide allseitig; bei Krankheiten des Hüftgelenkes (besonders bei Knorpelschwund) kann diese Congruenz der Pfannenkrümmung mit der Schenkelkopfkrümmung aufgehoben werden und so zu Reibungen Veranlassung geben (zu elfenbeinartiger Politur des Kopfes beim *malum coxae senile*). Bis ungefähr zum 15. Lebensjahre besteht die Pfanne aus 3 durch Knorpel vereinigten Stücken (des Beckenknochens) und diese stossen in der *fossa pro lig. terete* zusammen. Da dieser Knorpel gefässreich ist, so liegt vielleicht hierin die Prädisposition des Kindesalters für Hüftgelenkentzündung (Coxalgie).

Das *labrum cartilagineum* gleicht die Vertiefungen am knöchernen Pfannenrande aus (denn dieser hat 3 Vorsprünge: das *tuber iliacum*, *ischiadicum* und *pubale;* und 3 Vertiefungen: die *incisura ilio-ischiadica*, *ilio-pubalis* und *pubo-ischiadica*), reicht mit seinem freien zugeschärften Rande etwas über die Peripherie des Schenkelkopfes, den es genau umschliesst, hinaus, trägt aber zu seiner Fixirung nichts bei. Es dient nur als elastisches Ventil, welches den Pfannenrand luftdicht schliesst und dadurch bewirkt, dass der genaue Contact der Knochenflächen im Gelenk nur durch den Druck der atmosphärischen Luft unterhalten wird. (Bei der Exarticulation soll es deshalb eingeschnitten und bei jeder Verrenkung des Schenkels eingerissen werden müssen, ehe der Kopf aus der Pfanne treten kann.)

Der **Schenkelkopf** (s. S. 314), mit einer vom *lig. teres* ausgefüllten Grube, bildet im Ganzen $^3/_4$ eines Ellipsoids, dessen längster Durchmesser in der Richtung des Schenkelhalses liegt; die der Pfanne entsprechende Fläche ist aber ein Abschnitt einer soliden Kugel, deren Durchmesser dieselben des Acetabulums sind, weshalb sich Kopf und Pfanne überall dicht berühren. Der Knorpelüberzug des Schenkelkopfes ist nicht an allen Stellen gleich dick; er ist da am dicksten, wo der Druck am grössten und wo der Knorpelüberzug der Pfanne am dünnsten. Die Knorpelfasern gehen nicht mit den Knochenoberflächen parallel, sondern stehen senkrecht auf ihnen, so dass sie auch etwas durch ihre Elasticität wirken können.

Bänder des Hüftgelenkes (s. Bd. I. S. 149). Die Einrichtung des knöchernen Gerüstes des Hüftgelenkes erlaubt freie Bewegungen nach allen Richtungen (da die Knochen mit sphärisch gekrümmten Flächen an ein-

ander schliessen und so viele Drehungsachsen des Gelenkes existiren, als durch den Mittelpunkt des Schenkelkopfes gerade Linien gezogen werden können). Doch sind diese Bewegungen nach zwei Richtungen hin beschränkt, nämlich in der Richtung der Adduction durch das *lig. teres*, und in der Streckung durch das Ringband und vordere Verstärkungsband. — Das **Kapselband**, etwa 2‴ hinter dem Pfannenrande entspringend und sich am ganzen Umfange des Schenkelhalses, etwas oberhalb seiner Einpflanzung zwischen die Trochanteren ansetzend (an der Innenseite um einige Linien höher als aussen), besteht theils aus Fasern, die der Länge nach in gerader Linie gegen die Trochanteren hin verlaufen, theils aus solchen, die sich im seitlichen Halbkreis oder in vollständiger Ringform um den Schenkelkopf herumziehen. Dieses Kapselband hat 3, den Incisuren des Pfannenrandes entsprechende schwache Stellen zwischen seinen Verstärkungsbändern (ja sehr oft an der hintern Wand eine nur von der Synovialmembran geschlossene Lücke); am stärksten ist seine an der *linea intertrochanterica anterior* anhängende und durch das vordere Verstärkungsband verdickte vordere Wand, welche selbst bei Verrenkungen nicht zerreisst. — Das **vordere** oder **obere Verstärkungsband** (von der *spina ilei anterior inferior* zur *linea intertrochanterica anterior*) ist das stärkste und dickste Band des ganzen Körpers (es ist sogar stärker als die Achillessehne und reisst erst bei einer Beschwerung mit etwa 7 Centnern vom Knochen ab); es befindet sich bei aufrechter Stellung auf parallelen Füssen im Maximum seiner Spannung, erlaubt in dieser Stellung weder die Adduction des (gestreckten) Beines, noch dem Rumpfe eine Rückwärtsbeugung auf den Schenkelköpfen (nur in der Wirbelsäule), wohl aber im Sitzen, wo dieses Band erschlafft. — Das **Ringband** *(zona orbicularis)* bildet eine Bandschlinge, welche den Hals des Schenkelbeines wie eine Schleuder umgibt und mit der hintern Kapselwand verschmilzt. Seine Einrichtung lässt die Achsendrehung und Beugung des Schenkels frei, während es die Streckung und Adduction einschränkt. — Das **runde Band** ist sehr stark und von dreieckiger Gestalt, hat eine verticale Lage, entspringt am tiefsten Punkte des Pfannenrandes und heftet sich an die Mitte des Schenkelkopfes. Dieses Band beschränkt die Adduction des Oberschenkels und hilft den Rumpf tragen. Dass das *lig. teres* dem Schenkelkopfe Ernährungsgefässe zuführe, ist unrichtig; *Hyrtl* hat sich überzeugt, dass die Blutgefässe an der Einpflanzungsstelle des runden Bandes in den Schenkelkopf schlingenförmig in rücklaufende Venen umbiegen. Bei angebornen Hüftgelenksverrenkungen fehlt das *lig. teres* nur selten, ja es ist hier dicker und länger gefunden worden (so dass es das Zurückbringen des Kopfes in die Pfanne hindern muss). — Die **Synovialkapsel** (s. Bd. I. S. 150) communicirt bisweilen mit einem Schleimbeutel, der *bursa iliaca s. ilio-puberalis* (s. Bd. I. S. 309).

Krankheiten des Hüftgelenkes. Im Hüftgelenke kommen vorzugsweise gern **Entzündungen** vor (besonders im jugendlichen Alter, wo die Gelenktheile blutreicher sind), die aber in allen wesentlichen Punkten mit denen anderer Gelenke übereinstimmen, und früher nur deshalb für ganz besondere angesehen wurden, weil hierbei das Bein, nach den verschiedenen durch Muskelcontractionen hervorgerufenen Stellungen desselben und besonders auch des Beckens, bald länger, bald kürzer erschien, Hinken veranlasste (sogen. freiwilliges Hinken) und bei cariöser Zerstörung des Pfannenrandes oder Schenkelkopfes spontane Luxation nach sich zog. Die Hüftgelenkentzündung (Coxalgie), entweder vom Schenkelkopfe, der Pfanne, der Synovialkapsel oder dem fibrösen Apparate ausgehend, nimmt den Ausgang bald in Verschwärung, bald in Sclerose mit Osteophytbildung und Zerstörung des Gelenkknorpels, wobei der sclerosirte Schenkelkopf eine elfenbeinerne Politur annimmt *(malum coxae senile)*, bald in Anchylose. — **Verrenkungen**, die übrigens der Stärke des Gelenkes wegen nicht so häufig sind, können (nach *Hyrtl*) auf zweifache Weise entstehend gedacht werden; entweder rollt sich nämlich der Schenkelkopf aus der Pfanne heraus, oder die Pfanne gleitet über die Schenkelkopffläche so weit ab, bis mehr als die halbe Peri-

pherie des Kopfes ausserhalb des Pfannenrandes fällt. In beiden Fällen drückt der Schenkelkopf auf die gespannte Kapselwand und bedingt eine Zersprengung derselben. Eine blosse Drehung des Schenkels würde aber den Kopf niemals aus der Pfanne bringen, stets muss sich damit auch eine Hebelwirkung verbinden, so dass der Schenkelkopf (mit Einriss des *labrum cartilagineum* und Kapselbandes) über den Pfannenrand gehoben und gewälzt wird. Ohne Zweifel ist ein solcher (incompleter und completer) Austritt des Schenkelkopfes an jedem Punkte des Pfannenrandes möglich, doch kommt er wahrscheinlich an den 3 vertieften Stellen desselben (s. vorher bei *labrum cartilagineum*) leichter zu Stande. Man hat eine Verrenkung nach aussen und zwar entweder nach oben auf den Rücken des Darmbeins oder nach unten in die *incisura ischiadica major*, und eine Luxation nach innen entweder auf das *foramen obturatorium* (nach unten) oder auf den horizontalen Ast des Schambeins (nach oben) angenommen. Alle diese Verrenkungen sollten aber früheren Ansichten zu Folge erst aus der primären Verrenkung nach unten hervorgehen, wobei der Gelenkkopf zwischen den Rand der Pfanne und den Sitzbeinhöcker zu stehen kommt. — Angeborne Luxationen kommen im Hüftgelenke am häufigsten vor; man hat sie nach oben, innen, hinten, mehr oder weniger complet, häufig mit Verlängerung und Verdickung des *lig. teres* beobachtet. Sie können wohl durch verschiedene Ursachen entstehen: durch Muskelcontractur, mangelhafte Entwickelung der Knochen, Gelenkwassersucht. — Der Schenkelhalsbruch innerhalb des Kapselbandes (s. S. 315) heilt deshalb schwerer, weil kein provisorischer Callus durch umgebende Weichtheile gebildet werden kann.

II. Kniegelenk (s. Bd. I. S. 151).

Das Kniegelenk, von den Condylen des Oberschenkels und der Tibia, sowie von der Kniescheibe gebildet, wird durch ein Kapselband (mit dem *lig. poplitaeum)*, die *ligg. cruciata* und *lateralia* vermittelt und enthält zwei Zwischengelenkknorpel *(cartilagines semilunares s. falcatae)*. Es ist dieses Gelenk vorwaltend ein Ginglymusgelenk, erlaubt aber auch, doch nur bei gebogenem Knie, eine Rotation, wobei das Schienbein um seine Achse gedreht werden kann. Ausserdem ist am Kniegelenke auch noch die Articulation zwischen Schenkelknochen und Tibia, sowie die zwischen Schenkelknochen und Patella zu trennen. Denn der Mechanismus dieser beiden Articulationen ist sehr verschieden, obgleich beide sich zusammen bewegen und von demselben Kapselbande umschlossen werden. Die Bewegung der Patella besteht nämlich blos in einem einfachen Auf- und Abgleiten, während die Tibia bei der Beugung, Streckung und Rotation ihre Lage beträchtlich verändert.

a. **Kniescheiben-Schenkelgelenk.** Das untere überknorpelte Ende des Oberschenkelknochens (mit den beiden Condylen) hat an seiner vordern rollenartigen Fläche in der Mitte eine longitudinale winkelförmige Vertiefung (von $1-1\frac{1}{2}''$ Länge), an welche der kantenartige Vorsprung der hintern überknorpelten Fläche der Kniescheibe passt, wodurch die Patella am seitlichen Ausgleiten (besonders bei der Rotation der Tibia) verhindert wird. Da der äussere Condylus, welcher weniger weit als der innere herabragt, mehr nach vorn steht als dieser, so ist der äussere Rand der winkelförmigen Vertiefung der höhere und deshalb die Verschiebung der Kniescheibe nach aussen weniger möglich als nach innen. Das untere Stück des Winkels ist tiefer als das obere und da bei der Beugung des Knies die Patella hier ihre Lage hat (während sie bei der Streckung hinaufsteigt), so wird dieselbe sich bei gebogenem Knie, wo sie ausserdem noch durch die Spannung der

Strecksehne fester an den Knochen angedrückt wird, am wenigsten verschieben lassen. Bei der grössten Streckung und Beugung des Knies muss sich die Kniescheibe, welche etwa einen Raum von 2—3″ auf- und abwärts durchlaufen kann, während die Rinne, in welcher sie läuft, nur 1—1½″ beträgt, mit einem (dem obern oder untern) Theile ausserhalb dieser Rinne befinden (oben in einer flachen Vertiefung des Schenkelbeins über der Rolle; unten auf den Condylen unter der Rolle). — Die Grösse und Dicke der Kniescheibe hängt von der Intensität des Gebrauches der Streckmuskeln ab; sie ist kleiner und dünner bei der Frau, gross und stark bei Männern der arbeitenden Klasse; durch das *lig. patellae* (s. Bd. I. S. 155) wird sie an die *tuberositas tibiae*, durch das Kapselband an die Condylen des Ober- und Unterschenkels befestigt.

Die Verrenkung der Kniescheibe, die aber selten vorkommt und eine complete und incomplete sein kann, findet nach aussen und innen statt, (wo dann die Patella auf dem Schenkelknorren sitzt), häufiger aber nach aussen (weil der Strecker des Unterschenkels die Kniescheibe mehr auswärts zieht). Ausserdem ist auch noch eine schiefe und verticale Luxation möglich (beide sind nur dem Grade der Verdrehung nach verschieden), wobei die Kniescheibe nach der Seite gewichen ist und sich so auf ihren Rand stellt, dass die vordere und hintere Fläche mehr oder weniger nach den Seiten hingekehrt ist. Im letztern Falle erleidet die Patella und ihre Sehne eine Torsion, die bis zu einem rechten Winkel gehen kann. Die Ursachen der Kniescheibenluxationen können rein traumatische sein oder durch heftige Muskelcontractionen hervorgerufen werden (besonders bei Schlaffheit der Gelenkbänder), oder in Folge von Missgestaltungen des Gelenkes entstehen (spontan). Da die Gelenkkapsel von sehr beträchtlichem Umfange ist, so kann die Kniescheibe selbst bei completen Luxationen noch innerhalb derselben ihre Lage behalten. — Von Fracturen der Kniescheibe gibt es zwei, einen Quer- und einen Längenbruch.

b. **Schenkel-Schienbeingelenk**, wird von den convexen Condylen des Oberschenkels und den etwas concaven Knorren der Tibia, zwischen denen die sichelförmigen Zwischenknorpel liegen, gebildet; von Wichtigkeit sind an diesem Gelenke die *ligg. cruciata* und *lateralia* (s. Bd. I. S. 153). Die Bänder an der äussern Seite dieses Gelenkes sind schwächer und schlaffer, auch ist der äussere Zwischengelenkknorpel beweglicher, so dass die Rotation der Tibia nach innen (wobei die innern Knorren fixirt und der äussere Condylus der Tibia eine Kreisbewegung am Schenkelknorren macht) weit umfänglicher als die nach aussen ist. In der höchsten Streckung steht der Unterschenkel mit dem Oberschenkel in einer Linie, in der höchsten Beugung in einem Winkel von weniger als 45°; der Umfang der Streckung und Beugung ist 140°, der Umfang der Rotationsbewegungen bei der stärksten Beugung 39°, bei einer Beugung von 90° nur 32°, und von da zur Streckung nimmt der Umfang dieser Drehbewegung rasch ab (denn die Spannung der Seitenbänder bei gestrecktem Knie hebt die Möglichkeit der Achsendrehung des Unterschenkels auf, während ihre Erschlaffung bei der Beugung dieselbe gestattet). — Die Synovialkapsel des Kniegelenkes communicirt nicht selten mit der *bursa supragenualis* und *genualis posterior interna* (s. Bd. I. S. 310).

Verrenkungen im Schenkel-Schienbeingelenke sind deshalb selten, besonders complete, weil die Gelenkflächen eine zu grosse Ausdehnung haben; sie kommen nur bei bedeutenden traumatischen Einflüssen, gewöhnlich mit grosser Zerstörung der Weichtheile (welche die Amputation nöthig macht) zu Stande. Die Luxation der Tibia kann nach allen Seiten erfolgen, die nach vorn und hinten bringt die *art. poplitaea* in grosse Gefahr. Spontane Luxationen können durch Muskelcontracturen und Gelenkleiden hervorgerufen werden. Das Kniegelenk ist sehr gern Sitz der Entzündung (mit seröser Exsudation als Kniegelenkwassersucht), der Ablagerungen von Afterproducten (Tuberkel, Krebs), der Gelenkmäuse und Contractur; seine Anschwellung wird vorzugsweise *tumor albus (rheumaticus, scrofulosus)* genannt

c. **Oberes Tibio-Fibulargelenk** (s. Bd. I. S. 155), zwischen dem Köpfchen der Fibula und dem äussern Condylus der Tibia, lässt sich deshalb noch mit zum Knie rechnen, weil seine Synovialkapsel häufig eine Fortsetzung der des Kniegelenkes ist (und bisweilen auch mit der *bursa poplitaea* communicirt). Dieses Tibio-Fibulargelenk ist ziemlich straff, besitzt fast keine Beweglichkeit; Verrenkung hat man hier nur ganz selten und blos in der Richtung nach hinten beobachtet.

III. Fussgelenk (s. Bd. I. S. 156).

Die Bewegung des Fusses ist, fast auf ähnliche Weise wie die des Kopfes auf dem Atlas und Epistropheus, auf 2 Gelenke vertheilt, nämlich auf das Unterschenkel-Sprungbeingelenk und auf das Fersen-Sprungbeingelenk. Das Sprungbein bildet beide Gelenke, das eine oben mit dem Unterschenkel, das andere unten mit dem Fusse; der Unterschenkel bewegt sich daher in dem einen Falle auf dem Sprungbeine, während dieses am übrigen Fusse festgehalten wird und mit ihm ein einziges Ganze ausmacht; im andern Falle wird das Sprungbein am Unterschenkel festgehalten, macht mit diesem ein Ganzes aus und bewegt sich gemeinschaftlich mit ihm auf dem übrigen Fusse. Der erste Fall findet statt, wenn sich der Fuss gegen den Unterschenkel streckt oder beugt; diese Bewegung geschieht in einer senkrechten Ebene nach hinten oder vorn, wobei die Drehungsachse horizontal von rechts nach links liegt. Der zweite Fall findet statt, wenn der Fuss adducirt oder abducirt wird; diese Bewegung geschieht auch in einer senkrechten Ebene, aber nach rechts und links, wobei die Drehungsachse horizontal, aber fast rechtwinkelig gegen die erstere (d. h. von hinten nach vorn, und etwas nach aussen) liegt. Ausser diesen beiden Bewegungen ist im Fussgelenke noch eine dritte möglich, die horizontale Drehung des Fusses (Rotation), deren Achse vertical und der Länge der Tibia parallel liegt. Diese Bewegung kommt keinem der Gelenke ausschliesslich, sondern beiden gemeinschaftlich zu. (Gebr. *Weber.*)

a. Das Unterschenkel-Sprungbeingelenk ist zwischen den untern Enden beider Unterschenkelknochen (die sich durch die *ligg. tibiofibularia* sehr fest mit einander verbinden) und dem Astragalus gebildet und wird von einem Kapselbande und mehrern starken Seitenbändern vermittelt. Die Bewegung in diesem Gelenke ist, der Bildung der Knochen wegen, fast nur in der Richtung von vorn nach hinten (Beugung und Streckung) und auch nur in beschränktem Grade möglich, während die Ab- und Adduction, welche in dem Gelenke zwischen Astragalus und Calcaneus vor sich geht, hier ganz unmöglich ist.

Verrenkungen des Fusses in diesem Gelenke sind der herabstehenden Knöchel und der starken Seitenbänder wegen nach den Seiten hin nur bei Brüchen der Knöchel möglich; dagegen kommt die Luxation nach vorn oder hinten leichter, doch auch nicht oft zu Stande; Verstauchungen (Vertreten des Fusses) finden aber häufig statt und können durch die nachfolgende Entzündung böse Leiden des Gelenkes nach sich ziehen. — Die Enucleation im Fussgelenke (nach *Syme*), welche zweckmässig mit der Resection der Knöchel verbunden wird, hat die Exarticulation zwischen den Tarsusknochen, den sogenannten *Chopart*, verdrängt.

b. Fersen-Sprungbeingelenk. Dieses Gelenk zwischen dem Astragalus und Calcaneus erlaubt dem Fusse die Ab- und Adduction, sowie eine Drehung desselben um seine horizontale Achse. — Die übrigen Tarso-Tarsalgelenke sind straffe Amphiarthrosen und von vielen starken Bändern (s. Bd. I. S. 158) umgeben.

Die angeborne Verkrümmung des Fusses, Klumpfuss *(talipes varus)* genannt und in krankhafter Adduction des Fusses (besonders in Folge von Verkürzung der Achillessehne) bestehend, hat ihren Sitz hauptsächlich in diesem Gelenke. — Man unterscheidet ferner noch: den Pferde- oder Spitzfuss *(pes equinus)*, die krankhafte Streckung des Fusses mit Erhöhung der Ferse; den Plattfuss *(pes valgus)*, die krankhafte Abduction; den Hackenfuss, abnorme Beugung des Fussgelenkes. — Verrenkungen der Fusswurzelknochen für sich kommen wegen der starken Befestigungsmittel und des Ineinandergreifens von Flächen in verschiedener Richtung und Gestalt nur ganz selten vor, und gewöhnlich nur bei Verrenkungen im Fussgelenke. Am leichtesten können noch das *os naviculare* und *cuboideum* vom *astragalus* und *calcaneus* abweichen.

IV. Tarso-Metatarsalgelenk (s. Bd. I. S. 161).

Die Metatarsusknochen vereinigen sich mit den Fusswurzelknochen *(ossa cuneiformia* und *os cuboideum)* durch Amphiarthrose und diese Gelenke liegen, da der eine Mittelfussknochen weiter nach hinten reicht als der andere, nicht in einer geraden Linie neben einander, sondern winkelig, fast im Zickzack; vorzüglich springt das 2. Gelenk sehr weit zurück. Uebrigens ist am Fusse der 1. Mittelfussknochen *(os cuneiforme primum)* nicht wie der 1. Metacarpusknochen mit seinem Carpusknochen durch Arthrodie, sondern ebenfalls durch Amphiarthrose vereinigt. Die Dorsalbänder sämmtlicher Fusswurzel-Mittelfussgelenke sind bei weitem schwächer als die Plantarbänder.

Die **Mittelfuss-** und **Zehengelenke** verhalten sich so ziemlich eben so wie die entsprechenden Gelenke an der Hand (s. S. 353).

Verletzungen der Fussgelenke in Folge einer indirect einwirkenden Gewalt, der zu gewaltsam übertragenen Körperschwere vom Unterschenkel auf den Fuss. Es bilden sich hierbei, je nachdem diese oder jene Theile zunächst dem Zug oder Stoss ausgesetzt sind, verschiedene Combinationen von Verletzungen, welche zum Theil einander ausschliessen. *Ross* gibt folgendes Schema davon.

a. Bei Uebertragung der Schwere in einer geraden Linie, bei einem Falle von beträchtlicher Höhe auf die Füsse (in stehender Position), sind zunächst die Theile der Mitte dem Stoss ausgesetzt und es erfolgt deshalb leicht eine Fractur der Fusswurzelknochen oder des untern Endes des Unterschenkels, oder es werden durch den nach oben getriebenen Astragalus die Unterschenkelknochen aus einander gekeilt.

b. Bei Uebertragung der Schwere nach aussen (sogen. Vertreten nach innen, mit Contusionssymptomen vorzüglich an der äussern Seite des Fussgelenkes) drängt der Astragalus gegen den äussern Knöchel, während die äussern Seitenbänder angespannt werden (und bisweilen zerreissen) und der Fuss unter dem Astragalus nach innen weicht. Es bricht hierbei die Fibula in ihrem untern Ende (meist 3" über dem Knöchel), der innere Knöchel wird bisweilen noch abgesprengt oder es erfolgt eine Verschiebung der Tibia mit dem obern Bruchende der Fibula nach innen.

c. **Bei Uebertragung der Schwere in einer nach innen geneigten Linie (beim sogen. Vertreten nach aussen und Ueberschlagen des Körpers nach aussen bei fixirtem Fusse; mit Contusion an der Innenseite) werden die innern Seitenbänder angespannt, der Astragalus drängt gegen den innern Knöchel, der Fuss wird unter dem Astragalus nach aussen verschoben. Es kann hierbei zu Stande kommen: Absprengung des innern Knöchels mit secundärer Fractur der Fibula oder Verschiebung des Fusses mit dem innern Knöchel nach innen (Verschiebung der Unterschenkelknochen nach aussen).**

d. **Bei Uebertragung der Schwere in einer nach vorn geneigten Linie (beim Fall auf den extendirten Fuss, Ueberschlagen des Körpers nach hinten bei fixirtem Fusse) werden die vordern Ränder der Seitenbänder und die Beuger stark gespannt und es erfolgt: eine Contusion, besonders an der Vorderseite; Abreissung eines Stückes der Knöchel; Bruch der Fibula im untern Ende mit Luxation der Tibia mit dem obern Bruchende der Fibula nach vorn (des Fusses mit dem untern Bruchende der Fibula nach hinten); Luxation des Astragalus nach vorn.**

e. **Bei Uebertragung der Schwere in einer nach hinten geneigten Linie (beim Fall auf den flectirten Fuss, Ueberschlagen des Körpers nach vorn bei fixirtem Fusse) werden die hintern Ränder der Seitenbänder und die Strecker gespannt und es kann folgen: Contusion, besonders an der hintern Seite; Abreissung des hintern Randes der Knöchel; Abreissung der** ***tuberositas calcanei*** **durch die Achillessehne; Bruch durch die Knöchel, oder durch das untere Ende der Unterschenkelknochen mit Dislocation der obern Enden nach hinten; Luxation der Unterschenkelknochen nach hinten (?); Luxation des Astragalus nach hinten.**

[Ueber die verschiedenen Bewegungen in den Gelenken s. später in der Muskellehre.]

Muskellehre, *Myologia*.

Bewegung ist die unmittelbarste Aeusserung des Lebens; wo Leben ist, ist Bewegung; alle Reiche der Schöpfung äussern sich in ihrem Werden, Bestehen und Enden durch Bewegung. Sie findet in der organischen Natur überall statt, wo die Theile und Molecülen entweder ihre gegenseitige Lage unter sich, oder zu den umgebenden Dingen, oder wo sich die einzelnen Substanzen in sich selbst verändern. Demnach ist Bewegung entweder eine äussere, den Sinnen direct wahrnehmbare (auch zum Theil Ortsveränderung, *locomotio,* genannt), welche in deutlichen Contractionen besteht; oder sie ist eine innere, den Sinnen sich nicht direct darstellende, welche sich blos durch ein Aneinandernähern und ein Entfernen der Elemente eines Gebildes oder einer Flüssigkeit kund gibt und in der beständigen innern Verwandlung einer jeden Molecüle in der Natur, in der beständigen Metamorphose, vor sich geht; sie kündigt sich erst nach gewissen Zeitabschnitten in der veränderten äussern Gestalt der Dinge an. In Beziehung auf das geistige und leibliche Dasein des Menschen und der Thiere pflegen wir eine willkührliche und eine unwillkührliche Bewegung zu unterscheiden. Die letztere haben der Mensch und das Thier mit den Pflanzen gemein, denn sie bezieht sich blos auf die körperliche Existenz. Sie äussert sich am frühesten (schon im befruchteten Keime), bei der Aufnahme, Verähnlichung und Abgabe von Stoffen und erfolgt in einem jeden Gewebe und Apparate auf eine bestimmte und gesetzmässige Weise. Die willkührliche Bewegung kommt dagegen allein den Menschen und Thieren zu und ist von einem geistigen Principe abhängig; im Menschen zeigt sie sich in der Sprache am vollständigsten ausgebildet.

Die Kraft oder Ursache aller Bewegung hat man früher entweder nach den Erscheinungen, die sie hervorbringt, Bewegungskraft *(vis motoria)*, oder da sie allen organischen Wesen zukommt, organische oder organisirende Kraft *(vis organica)*, oder insofern sie die körperlichen Vorgänge im thierischen Organismus bedingt, somatische Kraft *(vis somatica)*, oder endlich, weil sie in den Pflanzen die Hauptquelle der verschiedenen Processe ist, vegetative Kraft *(vis vegetativa)* genannt. Man hat ferner ihre Aeusserungen nach 2 Richtungen, je nachdem sie sich nämlich in räumlichen

Veränderungen ohne oder mit Contractionen offenbart, als Bildungs- und Zusammenziehungskraft bezeichnet, ja selbst diese wieder nach ihren verschiedenen Seiten als besondere Kräfte aufgeführt, nämlich die erstere als Verähnlichungs-, Aufsaugungs-, Absonderungs- und Ernährungskraft; die letztere als Muskel- und Contractionskraft. Einige nehmen noch eine dritte besondere Kraft, die Propulsivkraft, an, welche dem sich selbstständig fortbewegenden Lebenssafte zukommen soll. — Die Kräfte, durch welche die sogenannte lebendige Bewegung in unserm Körper hervorgerufen wird, sind theils an Wimpern (s. S. 91 u. 241), theils an contractile Fasern (s. S. 243) gebunden. Die letztern sind, je nachdem sie bestimmt sind, sich sehr kräftig und plötzlich, oder langsam und mit weniger Kraft, willkührlich oder unwillkührlich zusammenzuziehen, dunkel und quergestreift oder blass und glatt. Die aus contractilen Fasern zusammengesetzten Organe, welche eine bestimmte Gestalt und röthliche Farbe haben, und das sogenannte Fleisch bilden, heissen Muskeln.

Muskeln sind eigenthümliche, weiche, mehr oder weniger rothgefärbte, solide oder hohle Organe, die aus parallelen Fasern (Fleisch- oder Muskelfasern) zusammengesetzt sind und deren Hauptbestimmung es ist — vermöge der ihnen während des Lebens inwohnenden und von ihren Nerven und der Wechselwirkung der lebenden Theile abhängenden Fähigkeit, sich auf gewisse Reize in der Richtung ihrer Fasern verkürzen zu können (Irritabilität) — Bewegungen hervorzurufen, durch die sich uns bald die Aeusserungen des Willens in den Handlungen des Menschen kund geben (willkührliche, animale Muskeln), bald aber auch ohne Einfluss des Willens vegetative Vorgänge im Körper vermittelt werden (unwillkührliche, vegetative, organische Muskeln). Zugleich helfen sie dem Körper die Form geben, Wände von Höhlen bilden und Gefäss- und Nervenstämmen Schutz gewähren. Als Uebergänge zwischen beiden Arten von Muskeln, nämlich von denen des animalen zu denen des vegetativen Lebens, finden sich Muskeln mit gemischter Bewegung, welche unwillkührliche, zum organischen Leben nothwendige Bewegungen machen und dennoch zu thierischen Verrichtungen dem Willen gehorchen (z. B. die Respirationsmuskeln). — Die Substanz, aus welcher die Muskeln bestehen und die man allgemein unter dem Namen Fleisch, *caro,* kennt, ist weich, feucht, roth oder röthlich, gibt beim Kochen keinen Leim und enthält als wesentlichsten Bestandtheil ein eigenthümliches Gewebe, Muskelgewebe, *tela muscularis,* welches sich durch Fasern charakterisirt, die sowohl selbstthätig sich zusammenziehen, als auch durch äussere Einwirkungen (besonders auch durch den Galvanismus, der auf andere contractile Gewebe keinen Einfluss äussert) zu Contractionen veranlasst werden können, und zwischen denen sich noch Fett, Zellgewebe, Sehnenfasern, viele Nerven und Gefässe befinden.

I. Textur des Muskelgewebes.

Die lebhaft- oder blass-rothen, weichen **Fasern**, aus denen das Muskelgewebe besteht, d. s. **Muskelfasern**, ***fibrae musculares*** (secundäre Muskelfasern, primitive Muskelbündel), und die sich eben noch mit unbewaffnetem Auge erkennen lassen, haben nach Einigen eine prismatische (nicht cylindrische), gewöhnlich ungleich vier-, fünf- oder mehrseitige Form mit abgerundeten Ecken, nach Andern aber eine mehr oder weniger platte Gestalt, und etwa die Dicke eines Haares (nach *Krause* sind die ansehnlichsten $^{1}/_{32}'''$ breit und $^{1}/_{50}'''$ dick, die feinsten dagegen $^{1}/_{108}'''$ breit und $^{1}/_{260}'''$ dick); sie verlaufen ihrer ganzen Länge nach ungetheilt, meist in unveränderter Stärke und in paralleler Richtung, nur selten einander schräg durchkreuzend, und hören mit abgerundeten Enden auf. Diese Muskelfasern zeigen sich unter dem Mikroskope aus einer mehr oder minder grossen Anzahl (5—500 nach *Krause*) von feinern, parallel und in leicht geschlängelter Richtung neben einander liegenden, unbekleideten und nach Einigen durch feines Zellgewebe, nach Andern durch eine zähe, durchsichtige, flüssige Materie vereinigten Fäserchen (d. s. die **Elementar-Muskelfasern**, ***fibrillae musculares***) zusammengesetzt, welche durch eine äusserst zarte, helle, durchsichtige, texturlose, schwach granulirte, röhrenförmige Hülle *(vagina fibrae muscularis)* mit einander zur Faser vereinigt werden. Diese Hülle stellt sich als ein sehr schmaler, nach aussen scharf begränzter Saum dar, ist nach *Henle* ohne alle Regel vorhanden, oder fehlt auch und lässt in den meisten Muskeln (willkührlichen) auf ihrer Oberfläche zahlreiche, in gewissen Abständen auf einander folgende helle und dunkle **Längsstriche** und **Querstreifen** sehen, welche nicht mit den scheinbaren Querrunzeln, die durch die ganze Dicke des Bündels gehen und von den feinen knieförmigen Einknickungen der Primitivbündel erzeugt werden, zu verwechseln sind. Auch zeigen sich auf der Scheide Zellenkerne und Kernfasern. — Mehrere dieser aus einer Scheide und einer unbestimmten Anzahl von Fäserchen bestehenden Muskelfasern (die nach *Valentin*, *Skey* und *Jacquemin* einen mit Gallerte gefüllten Kanal in ihrer Achse haben) werden durch Zellgewebe parallel an einander geheftet, mit einer gemeinschaftlichen, feinen, röhrenförmigen, zelligen Hülle umgeben und bilden dann ein **Muskelbündel** (**secundäres**), ***fasciculus muscularis***. Von diesen **kleinern** Bündeln, welche von sehr verschiedener Länge und nach der grössern oder geringern Anzahl ihrer Fasern von verschiedener Dicke sind, setzen mehrere, die ebenfalls wieder von Zellgewebe, welches mit Fett untermischt ist, vereinigt und mit einer Zellscheide umgeben werden, ein **grösseres Bündel** (tertiäres etc.) zusammen. Aus solchen grössern, mittels Zellgewebe zusammenhängenden Bündeln, wird zuletzt der ganze Muskel construirt, der ebenfalls wie seine einzelnen Bündel und Fasern von einer zelligen, mehr oder minder fibrösen Hülle (**Muskelscheide**, *vagina muscularis s. perimysium externum*) umgeben ist. Nach der Dicke seiner Bündel und Fasern nennt man einen Muskel

grob- oder feinfaserig. Die Scheide des ganzen Muskels hängt so mit allen denen der einzelnen Bündel und Fasern zusammen, dass sie nach innen gleichsam Fortsätze macht, welche die grössern Bündel überziehen und diese sich ebenfalls wieder nach ihrem Innern zu fortsetzen, um die kleinern Bündel zu bekleiden *(perimysium internum)*, was sich so fort wiederholt, bis die einzelnen Fasern überzogen sind. Es bildet demnach das *Perimysium s. Myolemma* (μῦς, der Muskel, und λέμμα, die Rinde), in dem sich Gefässe und Nerven des Muskels verbreiten, ein System von in einander geschobenen kleineren und grösseren Röhren.

a. Die **Muskelfäserchen, elementaren** oder **Primitiv-Muskelfasern, *fibrillae musculares, fila muscularia*,** die feinsten organischen Theilchen, oder die Elementartheile des Muskelgewebes, welche den Muskelfasern ihr längsstreifiges und quergestreiftes Ansehen verleihen, sind mehr oder weniger geradlinig und ohne Verzweigung oder Anastomose verlaufende, weiche, unelastische, ziemlich durchsichtige, gelbröthliche Fäden von beträchtlicher Länge, welche zu den kleinsten Theilen des menschlichen Körpers gehören, indem sie $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$ des Durchmessers eines Blutkörperchens halten (ungefähr $\frac{1}{1000}$—$\frac{1}{840}'''$ nach *Krause*). Aus diesem Grunde existiren aber auch die verschiedensten Beobachtungen über ihre Form und Structur, und *Henle* hält es geradezu für unmöglich, über den innern Bau eines Fadens von dieser Feinheit eine sichere Beobachtung zu machen (s. später dessen Untersuchungen). Einige beschreiben sie als gerade oder wellenförmig gebogene, runde, durchsichtige, hohle oder solide Fädchen, nach Andern sehen dieselben gegliedert aus, was von Einschnürungen oder angereihten Kügelchen oder länglichen Säckchen herrühren soll. Man will ferner hellere und dunklere Flecke an ihnen entdeckt haben und diese sollen entweder von Scheidewänden im Innern oder von einem geschlängelten Verlaufe herrühren. Nach Einigen sind es Röhren, die mit einer in kaltem Wasser nicht auflöslichen Substanz gefüllt sind und hin und wieder einzelne Kügelchen enthalten, übrigens eine glatte Oberfläche haben. Manche erklären jedes Fäserchen für eine Reihe an einander liegender und durch eine zähe, wasserhelle Flüssigkeit zusammengehaltener Körnchen, noch Andere, und zwar die Neuern, nehmen (mit *Müller* und *Schwann*) sowohl variköse, als glatte Fäserchen an. Die Ansichten der neuern Beobachter über dieselben, welche sich meistentheils auf die von *Muys*, *Prochaska* und *Fontana* stützen, sind folgende:

Für vollkommen cylindrische, glatte Fäden werden die Primitiv-Muskelfasern angesehen: von *Valentin, Treviranus, Krause, Skey, Schultze, Ficinus.* — *Valentin* nahm früher blos gerade, gleichförmige Fäserchen an, hat aber neuerlich seine Ansicht dahin abgeändert, dass dieselben in der Ruhe glatt, und erst bei der Contraction varikös würden und zwar so, dass sie durch abwechselnde Erhebungen und Senkungen in ihrem ganzen Umfange rosenkranzartige Anschwellungen bildeten, sei es nun, dass der sich erhebende Theil einer eigenen scheidenförmigen Partie angehöre oder nur die äusserste Schicht des Primitivfadens ausmache, während der centrale Theil des letzteren gleichmässig cylindrisch sei. — Nach *Ficinus* ist die frische Muskelfaser gerade, kann aber durch wellenförmige Kräuselung von oben den Anschein einer Zusammensetzung aus Kügelchen annehmen, von der Seite dagegen wellenförmig gebogen scheinen. — *Krause* beschreibt die Primitivfaser in frischem Zustande als cylindrisch, nur in geringem Grade platt gedrückt, vollkommen glatt und von feinen einfachen, nicht sehr dunklen Contouren begränzt. Bei anfangender Fäulniss, selten schon im noch ziemlich frischen Zustande im Augenblick der Eintrocknung, bieten diese Fasern dagegen ein knotiges, unregelmässig perlschnurähnliches Ansehen dar, indem sie linear an einander gereihte, durch kurze dünnere Zwischenräume getrennte Anschwellungen zeigen, die bei fortgesetzter Maceration und Quetschung in Kügelchen zerfallen. — *Skey* erklärt die *fibrilla muscularis* für gerade, doch zeigen sich an ihr oft regelmässige Eindrücke von den Querstreifen der Scheide. Die *fibra muscularis* betrachtet er mit *Valentin* und *Jaquemin* als eine mit einer durchsichtigen Gallerte gefüllte Röhre, um welche (nach *Skey*) zuerst Primitivfasern lägen und zwar in Bündeln von 8—10 Fäserchen; diese würden dann durch ringförmige Fäden befestigt, welche mit den äussersten Theilen der Fibrillen genau verbunden seien. Auch *Mandl* und *Gerber* glauben an Fäden, die spiralförmig um das Primitivbündel gewunden sind, und die *Raspail* für spiralförmige Verdickungen der Zellenwand hielt.

Als knotige Fasern, die aus longitudinal an einander gereihten Kügelchen oder Körnern bestehen, werden die *fibrillae musculares* beschrieben: von

Krause, Arnold, Lauth, Jordan, Gerber, Bruns; Home und *Bauer* halten diese Kügelchen für Kerne der Blutkörperchen. — Krause sagt, dass sich die bei anfangender Fäulniss der Fibrillen zeigenden Anschwellungen derselben bei fortgesetzter Maceration und durch Quetschung von einander trennen und sich als einzelne, völlig sphärische, scharf begränzte, gelbliche Kügelchen von $^1/_{1000}$—$^1/_{1600}$''' Dm. darstellen. In ganz frischen Muskeln erwachsener Menschen sieht man aber die Anschwellungen und Kügelchen an völlig isolirten Fasern nicht. — Nach Gerber haben die Körner einen Dm. von $^1/_{700}$—$^1/_{400}$''', erscheinen im schlaffen Muskel elliptisch (ihr grösserer Dm. mit der Längenachse der Faser zusammenfallend), während der Action des Muskels dagegen an ihren Verbindungsstellen pomeranzenförmig abgeplattet. Zuweilen scheint ihm aber das körnige Ansehen der Primitivfaser von sehr kurzen wellenförmigen Biegungen herzurühren. — Nach Jordan sind die in einer Zellgewebsscheide befindlichen Kügelchen hell, die Striche zwischen denselben dunkel, nach Andern *(Schwann, Bruns)* findet das umgekehrte Verhältniss statt; sowohl die Längs- als die Querstreifen der Bündel entstehen durch die Schatten zwischen den Kügelchen. — Jacquemin vermuthet, dass die ovalen Bläschen in einer Röhre enthalten seien. — Mayer glaubt, dass die röthlichen Kügelchen durch Fäden, sowohl der Länge, als der Quere nach verbunden seien. — Nach Bowman lassen sich die Primitivbündel der Länge nach in Fäden zerlegen, der Quere nach in Scheiben; sie bestehen aus primitiven Partikeln, welche, wenn man sie in ihrer Verbindung der Länge nach erhält, Fäden darstellen, und Scheiben, wenn man ihre seitlichen Verbindungen berücksichtigt. Fäden und Scheiben existiren in dem unversehrten Bündel immer gleichzeitig; die Längsstreifen sind Schatten zwischen Fasern, die Querstreifen Schatten zwischen den Scheiben. — Bruns sah bei den knotigen Primitivfäden, dass sie durch Maceration und bei etwas stärkerem Reiben in lauter gleichförmige, etwas längliche Kügelchen zerfielen.

So widersprechend nun die Ansichten über den Bau der Muskelfibrillen sind, indem sie nach Einigen glatt, nach Andern knotig sein sollen, so sind nach *Müller* und *Schwann* doch beide Ansichten zugleich richtig; es kommt nämlich auf die Art der untersuchten Muskeln an, von denen es 2 Formen gibt, und es sind demnach die Elemente der Muskeln sowohl perlschnurartige als auch cylindrische Fasern. *a)* **Muskeln mit variкösem Baue der Primitivfasern und Querstreifen der Primitivbündel** sind die mehr rothen Muskeln der willkührlichen und unwillkührlichen Bewegung; von den willkührlichen Muskeln gehören hierher alle, bis auf die der Urinblase, von den unwillkührlichen gehört hierher nur das Herz, an dessen Fasern die Querstreifen etwas undeutlich, aber doch sichtbar sind. Diese Muskeln zeichnen sich nicht allein durch stärkere, sondern auch durch schnellere und dem Reize augenblicklich folgende Bewegungen aus. Die primitiven Bündel zeigen immer dicht hinter einander folgende Querstreifen, die durchaus parallel und meist gerade, selten ein wenig gebogen sind. Die Primitivfasern haben regelmässige rosenkranzartige Anschwellungen, welche etwas dunkler sind, als die ganz kurzen dazwischen liegenden Einschnürungen. — *b)* **Muskeln mit cylindrischen, nicht varikösen Primitivfasern und ohne Querstreifen der Primitivbündel.** Zu ihnen gehören alle diejenigen, welche der Willkühr nicht unterworfen sind, nur das Herz ausgenommen, welches zur ersten Klasse gehört. Die Verbreitung dieser beiden Arten von Muskeln ist sehr bestimmt und nirgends gibt es Uebergänge. So haben die Muskeln des Pharynx einen varikösen Bau und zeigen Querstreifen, dagegen die anstossenden der Speiseröhre nicht; so gränzt auch am Mastdarme das System der I. Klasse an das der 2.; dasselbe findet am Halse der Harnblase statt. *Kölliker* hat neuerlich die glatten Muskeln hinsichtlich ihres Baues und Vorkommens genauer untersucht; s. S. 244.

Krause, nach welchem alle Fibrillen glatt und nicht knotig sind, nimmt auch Fasern mit und ohne Querstreifen an und sagt von den letzteren, von den Muskelfasern der unwillkührlichen Muskeln: „eine geringere Anzahl von Muskelfasern, und zwar die der Muskelhäute der Speiseröhre in den 2 untern Dritteln ihrer Länge, des Magens, Darmkanals, der Harnblase, die Fasern der Gebärmutter (und der Iris?), besteht aus blassrothen, etwas breiteren, mehr abgeplatteten, aber auch glatten Fibrillen (meistens $^1/_{630}$''' breit und $^1/_{840}$''' dick), welche zuweilen, wenn sie gedreht sind, wegen ihrer platten Gestalt an einigen Stellen dünner als an andern erscheinen und beim Beginn der Fäulniss gleichfalls ein knotiges, unregelmässig perlschnurähnliches Ansehen haben. Die von ihnen gebildeten Fasern sind von sehr ungleicher Dicke, $^1/_{170}$—$^1/_{12}$''' breit und sehr platt, kürzer, zäher und elastischer, als andere Muskelfasern; sie zeigen keine Querstreifen (haben keine gefaltete Hülle), sind theils parallel und eng an einander gedrängt zu grösseren platten Bündeln vereinigt, theils laufen sowohl sie als die Bündel divergirend, sich theilend und schräg sich kreuzend und durchflechtend, nach verschiedenen Richtungen und lassen Zwischenräume, welche von feinem, meistens fettlosem Zellstoff ausgefüllt werden; dieser bildet auch dünne Schichten zwischen gan-

zen Lagen dieser Muskelfasern und überzieht hautähnlich die von ihnen gebildeten musculösen Organe, so dass das Perimysium derselben nicht eine so regelmässig röhrenförmige Anordnung hat, als das der Muskeln mit quergestreiften Fasern.

Gerber nimmt 3 Arten von Muskeln an: 1) organische oder unwillkührliche Muskeln; sie bestehen im Allgemeinen aus zarten gelbröthlichen, durchscheinenden Fäden (cylindrischen, massiven) mit sehr schwachen Gränzlinien, welche einzeln, cylindrisch, zu Bündeln vereinigt, platt oder prismatisch sind, je nachdem sie im Bündel neben und zwischen andern liegen und sich durch gegenseitige Berührung flach begränzen. Die Fäden verlaufen seltener gestreckt und zu runden Bündeln vereinigt, gewöhnlich sind sie wellenförmig gebogen oder selbst gekräuselt und zu platten Strängen verbunden; bei einem höhern Grade von Starrheit sind sie oft unregelmässig und kurz gebogen, so dass sie dadurch ein eigenthümliches eckiges Ansehen erhalten. Die Stränge und Bündel öffnen und schliessen sich unter Schleimhäuten geflechtartig und bilden Maschen, in welchen Schleimdrüsen liegen, oder sie umgeben diese auch schlingenförmig. Die organischen Muskeln stehen mit den sympathischen Nerven in Verbindung und werden daher, vom Bewusstsein und Willen unabhängig, durch innere Bedürfnisse zur Bewegung bestimmt, welche hier rhythmisch wechselt, dort krampfhaft verharrt, oder vom Zufall abhängig, unregelmässig erfolgt. Sie sind in der Regel blassroth gefärbt, feinfaserig, weich, durchscheinend und haben eine tiefe Lage im Körper, werden von graulichen, weichen Nerven, die grösstentheils Bewegungsnerven sind, und von Blutgefässen, die meistens zwischen den Fäden und Bündeln verlaufen, mässig versorgt. Sie sind für mechanische Reize empfänglicher, als für chemische, und in der Regel nicht mit Sehnen verbunden. — 2) Die thierischen, willkührlichen Muskeln haben nach ihm als Elementartheilchen, wie vorher schon erwähnt wurde, sehr feine Körnerfasern und die längsgestreiften, jedenfalls mit einer von longitudinalen und spiralförmigen Zellstofffäden gebildeten Scheide umgebenen Primitivbündel, welche sie zusammensetzen, zeigen Querstreifen und bisweilen kurze wellenförmige Biegungen, oder es erheben sich abwechselnd in mehr oder weniger regelmässigen Abständen breite Querrunzeln. Diese Muskeln sind um so stärker roth gefärbt und die Bündel um so feiner und fester, je kräftiger, älter und geübter sie sind; ihre Bündel durchkreuzen sich selten, sondern sind parallel angeschlossen; sie sind weniger durchscheinend als die organischen Muskeln und lassen sich leichter als diese in secundäre und primäre Bündel trennen; ihre Nerven sind Zweige der Cerebro-Spinalnerven und dem Willen unterthan. — 3) Die Muskeln mit gemischter Bewegung (willkührlicher und unwillkührlicher) kommen morphologisch mit den willkührlichen überein, und besitzen Querstreifen auf ihren Primitivbündeln.

Bruns nimmt auch ausser den ächten, quergestreiften, gegliederten oder zusammengesetzten Muskelfasern (willkührlichen), noch eine 2., gleichsam unentwickeltere Form derselben an, welche ungegliedert oder nicht quergestreift, sondern einfach, cylindrisch, mehr oder minder plattrundlich, gelblich und äusserst feinkörnig erscheint, nur zuweilen mit einer undeutlichen Längenstreifung. Das Vorkommen dieser einfachen Muskelfasern ist auf ganz bestimmte Organe beschränkt, wie es scheint, im Allgemeinen auf solche, die sich ursprünglich aus dem Schleimblatte der Keimhaut hervorgebildet haben. Sie finden sich: in der Muskelhaut des ganzen Darmkanals von der Cardia bis zum After, in den Ausführungsgängen der grössern Drüsen, an der Wandung der Urinblase, der Vagina, des Uterus und der Muttertrompeten.

Nach *Henle* stimmen die, gegen Galvanismus (der das leimgebende contractile Gewebe nicht zur Contraction reizt) empfindlichen Muskelfasern zum Theil, wie es scheint, mit dem contractilen Bindegewebe (Zellgewebe), zum Theil mit den granulirten Fasern der Gefässhäute, die auch contractil sind (s. bei Gefässen), überein, zum Theil zeigen sie eigenthümliche, von beiden abweichende Formen, und darnach unterscheidet *Henle* 3 Arten von Muskelfasern, von denen die beiden erstern glatte, die letztern gestreifte sind.

1) **Muskelfasern mit dem Charakter des Bindegewebes.** Zu ihnen gehört vielleicht das contractile Gewebe der Iris und die Häute der Lymphgefässe (die sich nach *Müller's* Beobachtungen auf galvanische Reize verengen). In ersterer, deren Gewebe in chemischer Hinsicht mit dem Muskelgewebe ganz übereinstimmt, findet *Henle* ausser Gefässen, Nerven und Pigmentzellen, nichts als Bündel von feinen, glatten, wellenförmig gebogenen Fibrillen, ganz wie Zellgewebsbündel; sie sind leicht von einander zu trennen und mit zahlreichen, kleinen, in die Länge gezogenen Zellenkernen bedeckt. *Krause* fand nur Zellstofffasern in der Iris; nach *Valentin* stimmen die eigenthümlichen Fasern derselben, welche vom Bindegewebe durchflochten werden, mit den nicht gestreiften Muskelfasern anderer Theile vollkommen überein (s. bei Iris).

2) **Muskelfasern mit dem Charakter der Fasern der mittlern Arterienhaut.** Diese Art, die man auch mit dem Namen der glatten, ungegliederten, organischen und unwillkührlichen belegt hat, gehört hauptsächlich den Eingeweiden (nicht aber dem Herzen, wie man früher glaubte, ehe *Krause*, *Lauth* und *Wagner* die Querstreifen an dessen Muskelfasern entdeckten) an und findet sich im Darmkanale, von der untern Hälfte der Speiseröhre bis zum After, in den Ausführungsgängen der grössern Drüsen, an der Urinblase und den Ureteren, im Samenleiter, in den Samenbläschen, an der Trachea und den Bronchien. Von diesen Fasern sagt *Henle:* „zerlegt man die Muskelhaut des Magens u. s. w. so weit als möglich in Fasern, so finden sich ähnliche, oft sehr lange Plättchen, wie in der Ringfaserhaut der Arterien und der Längsfaserhaut der Venen, mit denselben Kernen und derselben Umbildung der Kerne zu dunklen Streifen; über die Mitte des Plättchens zieht der Länge nach bald nur ein längerer oder kürzerer und verhältnissmässig breiter, an den Enden zugespitzter gelblicher, körniger Fleck, bald ein langer und schmaler, feiner dunkler Strich, bald eine unterbrochene Reihe feiner

Pünktchen. In wenigen ist der Kern spurlos verschwunden, zuweilen verräth sich der ehemalige Sitz desselben durch eine Anschwellung. Ausser diesen Plättchen, die in der Nähe der serösen Oberfläche am häufigsten sind, erhält man einzelne Fragmente von breiten, sehr platten, steifen Fasern. Diese liegen in der Muskelhaut einander meist parallel, in grösserer oder geringerer Zahl zu Bündeln vereint; selten gehen sie durch schiefe Anastomosen in einander über. Zwischen und über ihnen liegen die Kernfasern, welche oft ein ähnliches Netzwerk zusammensetzen, wie die Kernfasern der mittlern Arterienhaut, in andern Fällen, ohne Aeste abzugeben, gleich den Kernfasern des Zellgewebes geschlängelt zwischen platten und granulirten Fasern verlaufen. Immer sind sie viel heller, zarter und weniger zahlreich als in der Gefässhaut. Essigsäure löst die granulirten Fasern auf und lässt die Kernfasern übrig. Die granulirten Fasern des Magens und Darmes zeigen häufig schon eine undeutliche Abtheilung in feinere, steife und parallele Fibrillen, die der Ureteren nähern sich dagegen, besonders gegen die Nieren hin, den Zellgewebsbündeln, indem sie aus dem geraden Verlaufe in einen wellenförmig geschlängelten übergehen und ebenfalls in feinere Längsfibrillen sich spalten. Die Breite der granulirten Muskelfasern beträgt 0,0024—0,0036''', die Breite der Fibrillen etwa 0,0008'''. — Ueber diese glatten Fasern herrschen übrigens deshalb so sehr verschiedene Angaben, weil bald ihre wahren Elemente (granulirte Primitivfasern oder Bündel), bald die Kernfasern, bald endlich die feinsten Fibrillen, in welche die Primitivfasern, wiewohl selten, zerfallen, gesehen worden sind. Von Allen, ausser *Valentin*, wurde die netzförmige Verflechtung und die Häufigkeit der Anastomosen in den organischen Fasern behauptet, was aber nur in Beziehung auf die secundären Bündel oder auf die Kernfasern richtig ist. *Valentin*, welcher den Dm. der glatten Faser zu 0,0018''' angibt und die Längsstreifen an derselben bemerkte, schliesst daraus, dass sie aus Primitivfäden bestehe und schreibt ihr auch einen centralen Kanal zu, der aber nach *Henle* wohl nichts anderes, als die Kernfaser ist.

3) **Muskelfasern mit Querstreifen** (sich charakterisirend durch Fasern mit scharfen Längsstreifen, gelbröthliche Färbung, winkliger und zickzackförmiger Kräuselung und Querstreifung), auch gegliederte, variköse, animalische genannt, kommen in den willkührlichen, rothen und deutlich faserigen Muskeln und im Herzen vor. Ihre isolirten Primitivbündel zeigen unter dem Mikroskope entweder einen geraden oder gekräuselten, selten spiralförmig gewundenen Verlauf. Die einzelnen Biegungen der gekräuselten Fasern sind meistens in scharfen Winkeln gegen einander abgesetzt, zickzackförmig; die Winkel der Zickzackbiegung sind mehr oder weniger spitz; die Länge einer Linie zwischen beiden Schenkeln einer Zickzackbigung beträgt 0,009—0,016''', die Länge eines Schenkels im Mittel 0,0047'''. Die Breite der Primitivbündel ist sehr wechselnd, die meisten haben 0,005—0,006''', doch kommen Bündel bis zu 0,0176''' und von nur 0,002—0,003''' Breite vor. Nur die kleinsten nähern sich der cylindrischen Form, die grössern sind platt, doch nie so platt, wie die ungestreiften Muskelfasern. Die grössern Primitivbündel sind durch dunklere, häufig aber unterbrochene Längsstreifen wieder in schmälere Bündel unvollkommen abgetheilt. Viele und namentlich die feinern Primitivbündel, doch nicht alle, haben eine von dem faserigen Inhalte zu unterscheidende, structurlose und schwach granulirte, membranöse Hülle, welche ohne alle Regel vorhanden sein und fehlen kann und diluirter Essigsäure etwas länger widersteht, als der Inhalt, der bald hell davon wird und aufquillt. Oft ist die Oberfläche eines Primitivbündels mit einzelnen, mehr oder minder zahlreichen Zellenkernen bedeckt (aufgereihtes Epithelium, nach *Schwann*; *formatio granulosa*, nach *Rosenthal*), welche durch Behandlung mit Essigsäure deutlich werden; sie sind entweder breit, längsoval, mit Kernkörperchen versehen, oder in längere oder kürzere, schmale, an beiden Enden zugespitzte Streifen ausgezogen, die halbmondförmig gekrümmt oder geschlängelt sind, oder sie sind endlich in Reihen von 3—6 kleinen dunklen Körnchen umgewandelt. Die Kerne liegen bald ganz vereinzelt, bald alternirend oder einander gegenüber an den Rändern gestellt, bald auf der Fläche der Bündel; meist liegen sie gerade, der Längenachse parallel, zuweilen aber auch schief und quer. Stehen einzelne gerade gegenüber, so setzen sie sich mitunter durch feine Fäden mit einander in Verbindung und stellen äusserst feine und gestreckte Streifen dar. Von einem Uebergange derselben in längere, wellenförmige, ästige oder gar spiralförmig verlaufende Fäden hat sich *Henle* bei Menschen und Säugethieren nicht überzeugen können (wohl aber beim Frosche), obgleich die verlängerten Kerne öfters Einschnürungen am Rande machen, indem sie von der einen Fläche schief aufsteigend sich um den Rand herumschlagen. *Henle* hält es für wahrscheinlicher, dass diese Kerne der Hülle angehören und nicht den Primitivfasern, denn man sieht sie nie in der Tiefe der Bündel, sehr häufig dagegen am Rande vorragen und sie haben oft eine schiefe und quere Richtung, während die Primitivfasern immer nur einander parallel und longitudinal verlaufen. — Die Streifung der Bündel, welche sowohl quer über dieselben als auch in longitudinaler Richtung, und vorherrschend bald in der einen, bald in der andern Richtung hinzieht, zeichnet diese animalischen Muskelfasern vor den frühern beiden Arten und vor allen andern Geweben aus. Nur in dem Herzen trifft man, besonders in der Nähe der innern und äussern Oberfläche, Bündel an, welche nur einfach schwachkörnig, wie die glatten Muskelfasern, dabei aber wellenförmig gekräuselt sind, wie Zellgewebsbündel, und so gleichsam zwischen beiden in der Mitte stehen. Andere kommen im Herzen und zuweilen auch in den Muskeln des Stammes vor, welche ein mehr feinkörniges Contentum zu haben scheinen, dessen Körner oder Pünktchen aber nicht in bestimmten Linien geordnet sind. In vollkommen ausgebildeten Muskeln aber, wie die grosse Mehrzahl der Muskeln des Stammes ist, fehlen die erwähnten Streifen nie und nur das Verhältniss der Längsstreifung zur queren ist abwechselnd, so dass beide im umgekehrten Verhältnisse der Deutlichkeit stehen. Die einfachen und geraden, einander parallel laufenden, etwa 0,0006''' von einander entfernten und durch die ganze Dicke des Bündels gehenden Längsstriche sind nichts Anderes, als die Gränzen der Primitivfasern. Als Bündel mit solchen Längsstrichen reihen sich

solche, in denen diese Streifen nicht einfache Linien, sondern wie aus dichten Reihen dunkler Pünktchen zusammengesetzt sind. Jetzt nehmen die Pünktchen an Breite zu und die Querstreifung gewinnt die Oberhand. Wenn die Pünktchen regelmässig in Reihen neben einander liegen, so gehen die Querstreifen über das ganze Bündel; oft nehmen sie aber nur einen Theil desselben ein, oft sind sie in ihrem Verlaufe mehrmals abgesetzt und unterbrochen; sie können eine schiefe oder wellenförmige Richtung haben und können endlich ganz undeutlich werden, wenn die Pünktchen, obgleich der Länge nach regelmässig gereiht, der Breite nach nicht auf einander treffen. Regelmässig über und neben einander geordnete Pünktchen lassen sich aber sowohl in longitudinaler, als querer Richtung verfolgen. Die Entfernung der Querstreifen von einander beträgt im Mittel 0,0006''', und sie gehen ebenso wie die Längsstreifen durch die ganze Dicke des Bündels, gehören also nicht der Scheide an; auch hat sie *Henle* oft noch an dem aus der Scheide hervorgequollenen Inhalte erkannt. — Durch Maceration und gelinden Druck zerfallen die Bündel der Länge nach in Primitivfasern von 0,0006''' Breite; diese haben an der Seite des Schattens dicke, dunkle Contouren, welche wellenförmig gebogen oder abwechselnd schmäler und breiter sind (varikose Fibrillen nach *Schwann*). Wo nur wenige Fasern zusammenliegen, zeigt sich, dass die dunklen Pünktchen, aus welchen die Querstriche zusammengesetzt sind, jedesmal an der Gränze je zweier Fasern und zwar durch die breiteren, dunklen Stellen der Ränder gebildet werden. Je nachdem nun der Focus verändert wird, erstrecken sich die Schatten der Contouren über die ganzen Fasern und sie erscheinen entweder hell und dunkel gestreift, oder aus dicht an einander gereihten, glänzenden Kügelchen gebildet oder endlich aus isolirten, feineren, ganz dunkeln Pünktchen zusammengesetzt, die durch schmälere und hellere Fasern an einander gereiht sind. Wir finden uns also fast an der Gränze der Zuverlässigkeit unserer optischen Hülfsmittel, und nur die Unbeständigkeit der Querstreifen und der unmittelbare Uebergang gerader Fasern in varikose, sowie die Erscheinung feiner Querstreifen am Zellgewebe, wenn es nach Behandlung mit Essigsäure aufzuquellen und sich zu runzeln anfängt, sprechen dafür, dass die Erscheinung von Kügelchen jeder Art auf einer optischen Täuschung beruhe und ihren Grund nur in feiner Kräuselung der Primitivfasern habe, wodurch es geschieht, dass immer nur einzelne Strecken im Focus liegen und die andern zerstreut gesehen werden. — Es kommen auch Primitivbündel vor, an denen die Längsstreifen ganz unmerklich (höchstens durch dunklere, in grösseren Abständen verlaufende, furchenartige Linien angedeutet), die Querstreifen dagegen auffallend deutlich und scharf sind und ihre Entfernung von einander doppelt so weit als die frühere und die Dicke der Primitivfasern ist. Diese Querstreifen erscheinen je nach der Beleuchtung als breite dunkle Linien auf hellem Grunde oder umgekehrt, nie als Reihen von Kügelchen. Diese Art von Streifen scheint auf die Oberfläche des Bündels beschränkt; am Rande des Bündels entsprechen den dunkeln Streifen mehr oder weniger tiefe Einschnürungen. Mehrere Umstände sprechen dafür, dass diese Primitivbündel, wenn sie auch im Innern längsfaserig sind, doch aussen von breiten, ring- oder spiralförmigen Bändern umsponnen werden, und zwar so, dass in der Regel die einzelnen Windungen des Bandes einander genau berühren und keinen Zwischenraum lassen; doch könnten vielleicht in diesen Bündeln die Primitivfasern nur aufs Aeusserste gekräuselt sein. — Von der Existenz des von *Jacquemin*, *Skey* und *Valentin* beobachteten Kanals in der Achse der Primitiv-Muskelbündel konnte sich *Henle* nicht mit Bestimmtheit überzeugen, doch hat er an Muskelbündeln, namentlich des Herzens, häufig Erscheinungen beobachtet, die für die Existenz einer eigenthümlichen Achsen- oder Marksubstanz zu zeugen schienen. Nur möchte er noch in Frage stellen, ob diese Marksubstanz sich in allen Muskelbündeln beständig gesondert erhalte oder ob sie nicht durch die faserige Rindensubstanz nach und nach verdrängt werden könne.

Die Primitivbündel der gegliederten Muskeln und häufig auch die Primitivfasern der ungegliederten (was man bei den letzteren als Elementarfaser ansieht, entspricht einem Primitivbündel der ersteren) treten, indem sie sich der Länge nach an einander legen, zu secundären Bündeln zusammen, welche in der Regel prismatisch, aber ziemlich plattgedrückt, und grösstentheils $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$''' breit sind. Jedes dieser Bündel hat eine feine, aus Zellgewebe gebildete Scheide, die sich beim Kochen zu Leim auflöst. In dieser Scheide verbreiten sich zahlreiche Gefässe und Nerven und dringen von da in capillaren Aesten in die Zwischenräume der Primitivbündel, niemals aber ins Innere derselben. In den grösseren Muskeln des Stammes liegen auch die secundären Bündel der Länge nach an einander. Festere Zellgewebsscheiden verbinden wieder eine Anzahl secundärer Bündel zu stärkeren, meist dreiseitig prismatischen Fascikeln, von 2''' Breite und mehr. Endlich werden durch die Muskelbündel theils cylindrische oder der cylindrischen Form sich nähernde, solide Massen gebildet, die eigentlich sogenannten Muskeln, theils membranöse Ausbreitungen, Muskelhäute, die entweder in flacher Schicht Höhlen abgränzen oder zu Röhren geformt sind und Kanäle umgeben. In den meisten Muskeln (willkührlichen) kommen nur parallel geordnete Bündel von varikösen Fasern vor; in der Zunge und im Herzen sind secundäre Bündel variköser Fasern auf mannichfache Art verflochten, und im Herzen gehen selbst secundäre Bündel durch Anastomosen in einander über. In der Muskelhaut des Magens und der Blase verbinden sich die glatten Bündel zu Fascikeln und verflechten sich dann unter einander, durch beträchtliche Bindegewebeschichten zugleich isolirt und verbunden. In den übrigen Muskelhäuten ist die Menge des Bindegewebes gering und dasselbe fehlt in den Ausführungsgängen gänzlich (s. diese Theile). — Es scheint, dass in den gestreiften Muskeln jedes Primitivbündel continuirlich von einem Ende zum andern verläuft, auch ist zu vermuthen, dass in den glatten Muskeln, wo nur selten einzelne sich zuspitzende und anastomosirende Fasern vorkommen, die longitudinalen Fasern zum grossen Theil continuirlich, die zirkelförmigen ringförmig geschlossen oder spiralig verlaufen.

b. **Die Querstreifen**, welche sich an den *fibrae musculares* der willkühr-

lichen Muskeln und des Herzens mehr oder weniger deutlich zeigen und zuerst von *Hook* (1678) und *Leeuwenhoek* beobachtet wurden, sind ebenso, wie der Bau der Fibrillen, Gegenstand von vielen Untersuchungen und den verschiedenartigsten Ansichten geworden, welche letztere sich meist nach dem Urtheile über die Structur der Fibrillen richten. Häufig werden noch jetzt die Querstreifen mit den feinen knieförmigen Einknickungen der Primitivbündel verwechselt, welche Zickzackbiegungen darstellen, die nach *Henle* bei schwächerer Vergrösserung leicht wie Querrunzeln erscheinen, und schon durch *Fontana* als verschieden von den Querstreifen angeführt werden. — Für Runzeln oder Falten in der Zellscheide der Faser sehen alle diejenigen die Querstreifen an, welche nur glatte Fasern annehmen, wie *Treviranus, Krause, Wagner, Berres, Prévost* und *Turpin*, für Runzeln der Fasern hält sie *Ficinus*. Als spiralförmige Verdickungen der Zellenwand, ähnlich den Spiralfasern der in die Länge gezogenen Pflanzenzellen, erklärt sie *Raspail;* für ring- oder spiralförmige, die longitudinalen Fasern umspinnende Bänder halten sie *Skey*, *Mandl*, *Gerber; Henle* vielleicht aber nur bei den Fasern, an welchen sich die Längsstreifen ganz undeutlich und die Querstreifen sehr scharf und weit von einander abstehend zeigen, sonst schreibt er sie der feinsten Kräuselung der Primitivfasern zu (s. vorher *Henle's* Beschreibung der Muskelfaser). — *Lauth, Jordan, Schwann, Müller, Valentin, Gerber* und *Bruns* lassen die Querstreifen durch das regelmässige Aneinanderlegen der Varicositäten oder Körnchen entstehen. Gegen die Ansicht, dass die Querstreifen blos in der Scheide ihren Sitz haben, sprechen die Beobachtungen *Henle's*, dass die Scheide der Fasern nur unregelmässig vorhanden und so fein ist, dass sie, so lange die Muskelfasern in derselben eingeschlossen sind, unmöglich wahrnehmbare Runzeln bilden kann; dass ferner die Querstreifen durch die ganze Faser gehen und auch noch an dem aus der Scheide hervorgequollenen Inhalte zu bemerken sind. Für das Entstehen der Querstreifung, so wie für das des sowohl varikösen, als körnigen Ansehens der Primitivfasern, durch feine Kräuselung derselben hervorgerufen, spricht dagegen: die Unbeständigkeit der Querstreifen und der unmittelbare Uebergang gerader Fasern in variköse; die Erscheinung feiner Querstreifen an Zellgewebsfasern, wenn sie nach Behandlung mit Essigsäure aufzuquellen und sich zu runzeln anfangen; das allmälige Undeutlichwerden der Querstreifen, wenn nach der Durchschneidung der Nerven die Reizbarkeit des Muskels nach und nach schwindet, und das gänzliche Verschwinden dieser Streifen an vollkommen gelähmten Muskelfasern. *Henle* vermuthet, dass sich die gerade Primitivfaser in grösserem und geringerem Grade wellenförmig und selbst spiralig aufrollen kann, die Querstreifen wären alsdann die Folge der leisesten Contraction, auf welche zunächst die feine und dann die gröbere Zickzackbiegung folgen würde.

Ueber die Querstreifen berichtet *Krause* Folgendes: die Hülle der (animalischen) Muskelfaser zeigt zahlreiche Querfalten, welche bei nicht sehr starker Vergrösserung als hellere und dunklere Streifen erscheinen; sie laufen einfach gekrümmt oder in Sförmiger Biegung beinahe quer oder etwas schräg und zwar, wie es scheint, in Spiralen um die Muskelfaser, und stehen sehr nahe beisammen, so dass der hellere Streifen oder die Falte breiter sich darstellt als der dunklere Streifen oder der Zwischenraum zweier Falten. Indessen verhält sich ihre Breite und ihr Abstand nicht in allen Muskeln und nicht in allen Fasern desselben Muskels immer gleich; meistens messen ein heller und ein dunkler Streif zusammen $^1/_{880}$—$^1/_{700}$'''. An den Rändern isolirter Muskelfasern erkennt man zuweilen sehr deutlich die von den Falten bewirkten und den dunklen Streifen entsprechenden Einkerbungen, welche schmäler sind als die $^1/_{1300}$—$^1/_{1050}$''' breiten helleren erhabenen Falten. Bei partiellen Zerstörungen der Hülle sieht man die Falten bis zu der Gränze der Verletzung und innerhalb der letzteren die nackten Fibrillen ohne Querstreifen. Zuweilen vermisst man die Falten gänzlich und die Muskelfaser erscheint in einer grössern oder geringern Strecke ganz glatt oder unregelmässig granulirt; durch Dehnung der Fasern erhalten die Falten eine unregelmässige, oft unterbrochene Richtung und verschwinden nicht selten bei strärkerer Dehnung. An einigen besonders dünnen Muskelfasern (z. B. des Herzens) sind die Falten weniger scharf und deutlich, kürzer und von mehr unregelmässiger Richtung, wobei die Fasern ein unregelmässig granulirtes oder punktirtes Ansehen darbieten, die einzelnen Fibrillen derselben aber glatt erscheinen. — *Schwann* beweist das Entstehen der Querstreifen durch das Aneinanderlegen der dunklen Punkte (Anschwellungen) der Primitivfasern durch folgende Beobachtungen: 1) ihre Entfernungen stimmen vollkommen mit einander überein. 2) Zu-

weilen trennen sich am Ende eines macerirten Muskelbündels die Primitivfasern in der Breite von einander, ohne sich in der Länge zu verrücken. Man sieht dann Querstreifen an diesem ausgebreiteten Stücke, welche oben so weit von einander entfernt sind, wie die Querstreifen des übrigen Bündels, aber von dunklen Punkten gebildet werden, die sich einzeln deutlich unterscheiden lassen und nicht mehr zusammenhängen. 3) Verrücken sich die Primitivfasern der Länge nach, so erscheint die Faser nicht quergestreift, sondern punktirt, weil in der queren Richtung die Reihe der, übrigens der Länge nach noch regelmässig stehenden, dunklen Punkte unterbrochen ist. — *Bruns* sah öfters auf demselben Sehfelde des Mikroskops mit einem Blicke theils zahllose, isolirte Kügelchen der Primitivfäden, theils der Länge nach zu 2—5 und mehreren zu einem Primitivfaden an einander gereihte Kügelchen, theils Stückchen von Muskelfasern, deren sämmtliche Primitivfäden noch dicht neben einander lagen und nur an dem einen oder andern Ende aus einander wichen, und dort isolirt ihre variköse Form erkennen liessen, so dass man sich durch diese allmäligen Stufenfolgen auf das Bestimmteste davon überzeugen konnte, dass nicht allein die Primitivfäden eine knotige, variköse Beschaffenheit haben, sondern dass auch die hellen Querstreifen der Fasern nur dadurch hervorgebracht werden, dass in sämmtlichen zusammengehörenden Fibrillen einer Faser die einander entsprechenden Anschwellungen zu fortlaufenden Querlinien an und neben einander gelagert sind. — *Gerber* sagt: „stehen die Körner der angeschlossenen Primitivfasern in Querreihen geordnet und werden zugleich die gemeinschaftlichen queren Verbindungslinien dadurch zu Furchen, dass die pomeranzenförmigen Körner in den zusammengezogenen Primitivbündeln mehr vorstehen, oder dass die Primitivcylinder zu varikösen Fasern werden, so erscheinen die Fasern mehr oder weniger regelmässig quergestreift. Diese Verhältnisse scheinen tiefer im Primitivbündel und zwar schon unter den peripherischen Primitivfasern nicht mehr dieselben, oder wenigstens so weit modificirt zu sein, dass sehr oft die Querstreifen von einer runzligen Bündelscheide herzurühren scheinen, denn, wenn durch zufälliges Abstreifen der äussersten Primitivfasern die unterliegenden entblösst werden, so erscheinen diese cylindrisch und das Bündel an der Stelle längsgestreift und man glaubt die Lücken einer stellenweise quer oder der Länge nach abgestreiften, quergeringelten Hülle zu sehen (dieser Anschein entsteht nach *Henle*, wenn die Querstreifen nicht über das ganze Bündel weggehen, sondern einzelne Flecken einnehmen). Auch am Ende eines abgerissenen Bündels gränzen sich die peripherischen Fasern von der innern, mehr pulpösen Substanz oft so scharf ab, dass das Dasein einer derbern quer gestreiften Hülle kaum bezweifelt werden kann. Für die Annahme der, und zwar von spiral um die Bündel gewundenen Zellstofffäden gebildeten, Scheiden spricht ferner die Beobachtung von Spiralfäden um die frischen Primitivbündel bei Hunden. Dessenungeachtet besteht die vermeintliche Scheide (peripherische Primitivfasern) entschieden aus Körnerfasern (die Körner sind nach *Henle* wahrscheinlich nur optisch), welche aber möglicherweise in zwei Richtungen, nämlich quer und der Länge nach trennbar sind, je nachdem die neutrale Verbindung der Körner in der peripherischen Schicht durch die Bindesubstanz, bald parallel mit der Längenachse des Bündels, bald quer inniger ist, und so lässt sich auch ganz natürlich die grosse Verschiedenheit zwischen zuweilen nachbarlichen Primitivbündeln in dieser Beziehung erklären.

c. Die **Scheide der Muskelfaser**, ***vaginula fibrae muscularis***, welche eine bestimmte Anzahl von Primitivfasern zu einem Primitivbündel vereinigt, wurde früher ohne alle vorhergegangene Untersuchung angenommen und ohne Weiteres für eine zellige erklärt, aber erst später durch *Ficinus* und *Valentin* genauer verfolgt. Sie ist nach *Schwann* und *Krause* sehr fein und texturlos, und bildet nach letzterem quere Falten, nach *Raspail* aber spiralförmige Verdickungen, die sich als die erwähnten Querstreifen der willkührlichen Muskeln zu erkennen geben. *Schwann* und *Valentin* entdeckten später Kerne in der Scheide, welche dann auch von *Pappenheim* und *Rosenthal* gefunden und von ersterem als aufgereihtes Epithelium, von letzterem als *formatio granulosa* gedeutet wurden. *Henle* beschreibt sie als eine structurlose, schwach granulirte membranöse Hülle, die aber keineswegs allen Primitivbündeln (meistens den feinern) eigen ist und an Bündeln von derselben Stelle, ohne alle Regel an dem einen vorhanden sein und an dem andern fehlen kann. In dieser Hülle zeigen sich (wie früher S. 369 schon ausführlicher erwähnt wurde) zahlreiche Zellenkerne, die bald vereinzelt, bald zu Kernfasern (s. S. 153) vereinigt vorkommen.

d. **Gefässe und Nerven der Muskelsubstanz.** Die Muskeln erhalten eine grosse Anzahl von Gefässen und Nerven, welche sich in dem Zellgewebe, welches die grössern und kleinern Faserbündel scheidenförmig umhüllt und mit einander verbindet, verbreiten. Erstere stehen stets hinsichtlich ihrer Grösse und Menge in geradem Verhältnisse zur Grösse des Muskels; bei den Nerven ist dies nicht der Fall, hier richtet sich die Menge und Stärke derselben nach der Function des Muskels. So hat das Herz kleinere und wenigere Nerven als die übrigen Muskeln und die kleinen Augenmuskeln sind im Verhältnisse unter allen mit den grössten Nerven versehen.

Die **Arterien** treten, meist schon in mehrere Aeste gespalten, aus den benachbarten Stämmen an mehrern Stellen, sehr oft am mittlern Theile, in die Muskeln, und zwar an ihrer innern Fläche und in verschiedenen Winkeln, ein; laufen anfangs schief zwischen den Bündeln durch, und zertheilen sich baumförmig auf- und abwärts in dem zwischen den grössern Bündeln befindlichen Zellgewebe, worauf sich die in ein solches Bündel eingetretenen Zweige hier ebenfalls wieder baumförmig verzweigen. So dringen sie in immer feineren Verzweigungen bis zu den einzelnen Fasern, zwischen denen sie (niemals in ihnen) den Fasern parallel, etwas geschlängelt verlaufen, indem sie dieselben durch ihre queren und schrägen anastomosirenden Zweigelchen mit einem Capillarnetze von langgestreckten Maschen (länglich-gitterförmiges, *plexus arteriosus linearis* nach *Berres*) umstricken, welches stets die longitudinale Hauptrichtung beibehält. An den Sehnen sollen die feinsten Aestchen blind enden oder schlingenförmig umbiegen; von der Muskelsubstanz in die Sehnen soll sich kein Gefäss fortsetzen. Die feinsten Capillargefässe, die nur wenig grösser sind als die Blutkörperchen, sind aber immer noch dicker als die Muskelfibrillen. In den blassen musculösen Organen, welche von glatten Muskelfasern gebildet werden, sind die Gefässnetze weniger dicht und oft einander kreuzend nach der Richtung der sich kreuzenden Muskelschichten. — Die **Venen** und **Lymphgefässe** fangen in der Tiefe des Muskels, an der Oberfläche der Fasern, ebenfalls mit länglichen Netzen an und wenden sich bald auf dessen Oberfläche, um sich hier zu grössern Stämmchen zu vereinigen; von ersteren gibt es tiefe, welche mit den Arterien verlaufen, und oberflächliche, die einen eigenen vielfach verflochtenen Verlauf haben.

Die **Nerven**, von welchen die Muskeln nur wenig sensible und sehr viele motorische besitzen, treten grösstentheils von oben nach unten, oder von hinten nach vorn, am obern Drittel oder Viertel des fleischigen Theiles in den Muskel ein und vertheilen sich (nach *Valentin*, *Emmert*, *Burdach*) anfangs ziemlich unregelmässig, doch tritt schon der longitudinale, den Muskelbündeln parallele Verlauf einigermassen hervor. Die feinsten, mit blossem Auge eben noch sichtbaren Aeste treten nun, häufig in Begleitung der Gefässe, in die Zwischenräume der secundären Muskelbündel und gehen hier lange Strecken fort, indem sie in Abständen, welche mitunter ziemlich regelmässig sind, Reiserchen (von einzelnen oder zwei oder mehreren Nervenfibrillen) abschicken, welche schief oder quer über die Fasern hinweg gehen, und sich, wie die grössern Zweige, häufig mit einander verbinden, so dass eine wahre Plexusbildung stattfindet. In den queren Endästen weichen die Nervenfibrillen noch mehr auseinander und vereinzeln sich zuletzt völlig. Nachdem sie einen längern oder kürzern Weg quer über die Muskelfasern zurückgelegt haben, kehren nun die einzelnen Nervenfibrillen in weiten Bogen (deren Convexität meist nach dem Ende des Muskels, die Concavität nach dem Nervenstamme gerichtet ist) um, legen sich wieder an andere an und begeben sich mit diesen, eine Schlinge bildend, in den Nervenzweig zurück, von dem sie ausgegangen waren, oder in einen andern, der wenigstens ein Zweig desselben Nervenastes ist, vielleicht aber auch in ein Bündel, welches einem andern Aste angehört. Häufig treten einzelne oder gepaarte Nervenfäserchen zwischen 2 Muskelbündeln durch auf deren untere Fläche, setzen hier ihren Weg in derselben Richtung fort und kommen wieder zwischen 2 Muskelbündeln durch an die Oberfläche, oder sie erreichen auch schon an der untern Fläche einen Nervenast, an den sie sich anschliessen. So enden also eigentlich die Nerven gar nicht im Muskel, sondern es bilden die Nervenfibrillen (ähnlich den Blutgefässen) um die Muskelfasern unregelmässige Geflechte (Endplexus *Valentin's*), Schlingen und Bogen (Endschlingen), deren Zwischenräume weit grösser als die Maschen der Capillargefässnetze des Muskels sind. Den Durchmesser der Muskelnerven-Fasern, welche im Muskel feiner zu werden scheinen, fand *Henle* am häufigsten zwischen 0,004—0,005'''. (Das Ausführlichere über diese Nerven s. in der Neurologie.)

II. Eigenschaften des Muskelgewebes.

A. Physikalische Eigenschaften. Die Muskelfasern sind sehr weich und im todten Zustande, besonders aber einzeln, leicht zerreissbar, dagegen zerreissen sie im Leben und in ihrer Verbindung mit einander sehr schwer; blos plötzliche und heftige Anstrengungen bewirken dann die Trennung, aber meist nur einzelner Fasern, nicht eines ganzen Muskels; auch erfolgt sie gewöhnlich an der Stelle, wo der fleischige Theil des Muskels in den sehnigen übergeht, seltener in der Mitte. Ausser dieser Festigkeit, welche aber geringer als die der Sehnenfasern ist und sich durch Krankheiten (besonders Blutverlust) bedeutend vermindern kann, kommt der Muskelfaser, vorzüglich der animalischen, während des Lebens noch ein ziemlicher Grad von Ausdehnbarkeit zu, die sich besonders bei langsam wirkender mechanischer Ausdehnung zu erkennen gibt. Hält diese nicht zu lange an, so kehrt die Faser nach dem Aufhören derselben zu ihrem frühern Volumen zurück, sie ist also auch elastisch. Doch können lebende Muskeln mittels ihrer lebendigen Zusammenziehungskraft auch der Ausdehnung bedeutend widerstehen und deshalb die Bänder an den Gelenken unterstützen. Während des Lebens befinden sich die Muskeln stets in einiger Spannung (Tonus; s. S. 243), denn quer durchgeschnitten ziehen sie sich zurück.

Die Farbe der Muskeln, welche nach Alter, Geschlecht, Constitution und Gesundheitszustand sich etwas verschieden verhält, ist bei den animalischen eine lebhafte Röthe, die wieder um so dunkler, je kräftiger und gebrauchter der Muskel ist; eine blasse Röthe dagegen findet sich bei den organischen Muskeln. Die einzelne Faser besitzt aber nur ein gelbröthliches Ansehen. Die Ursache dieser Färbung liegt in einem, dem Blutrothe ganz gleichen und jedenfalls mit der Substanz des Muskels verbundenen Farbestoffe, nicht in dem Durchschimmern des Blutes der zahlreichen durchsichtigen Capillargefässe des Muskels, denn isolirte Primitivbündel ohne Gefässe sehen ebenfalls etwas röthlich und Muskeln mit vielen Blutgefässen können ein bleiches Ansehen haben (wie atrophische Muskeln, bei der Bleichsucht und bei Fischen); auch bleibt sich die Röthe gleich bei der Contraction des Muskels, wobei doch die in ihm enthaltenen Gefässe gleichsam ausgedrückt werden, ferner bei Hemmung der Respiration, wo die ganze Blutmasse fast schwarz wird, endlich auch bei Verblutungen, wo Theile, denen die Gefässe ihr rothes Ansehen geben (wie Haut, Schleimhaut), blass werden. Es scheint das Hämatin des Blutes gleichsam in der Muskelsubstanz gebunden und von ihr assimilirt, weshalb die Muskeln auch um so röther erscheinen, je reicher das Blut an *cruor* ist.

Todtenstarre, *rigor mortis* (s. S. 195). Einige Zeit nach dem Tode erstarren die Muskeln, fühlen sich fester und dichter an, die Glieder werden dadurch steif und meist etwas flectirt (nach *Nysten* bleiben sie in der frühern Lage); diese Starre beginnt nach *Sommer* gewöhnlich am Halse und Unterkiefer, geht dann auf die oberen Extremitäten von oben nach abwärts, dann auf die untern Extremitäten über; seltener beginnt sie in den untern Extremitäten oder in beiden zugleich; die darauf folgende Erschlaffung nimmt denselben Verlauf. Wird der schon in einem Theile ganz entwickelte *rigor* mit Gewalt aufgehoben, so befällt er diesen Theil nicht wieder, wohl ist dies aber der Fall, wenn es während der Entwickelung desselben geschah. Er tritt nach *Sommer* nie schneller als 10 Minuten nach dem Tode, und nie später als 7 Stunden nachher ein; seine Dauer ist im Allgemeinen um so länger, je später er eintritt, und dies findet bei ungeschwächten Muskeln statt, doch

findet er sich auch bei gelähmten Muskeln und nach Zerstörung der Centraltheile des Nervensystems ein. Allgemeiner erscheint er um so früher, je schneller die Erregbarkeit des Muskels abnimmt. Bei Neugebornen und Greisen tritt der *rigor* im Allgemeinen schneller ein, ist nicht so stark und verschwindet früher. *Sommer* beobachtete in vielen Fällen, dass er schon vor der vollkommenen Erkaltung und zuweilen schon eintritt, wenn die Wärme sich noch erhält. Sowohl in der Luft wie im Wasser befällt er die Leiche, doch ist er im Wasser von 0—15° stärker und länger, als in der Luft von gleicher Temperatur. Kälte beschleunigt seinen Eintritt, die Erwärmung des Körpers verzögert und hindert ihn. Dass der Sitz der Todtenstarre in den Muskeln ist, beweisen *Nysten* und *Sommer* dadurch, dass sie auch nach Durchschneidung der Haut und Bänder bleibt und erst nach Durchschneidung der Muskeln verschwindet, welche letzteren aber trotz dem fest und rigid bleiben. Die Ursache derselben suchen *Orfila*, *Beclard* und *Treviranus* in Gerinnung des Blutes und *Müller* neigt sich ebenfalls zu der Ansicht, dass sie in der Gerinnung des Blutes und der Lymphe in den kleinern Gefässen ihren Sitz habe; allein es tritt nach *Sommer* ein starker *rigor* zuweilen vor der Gerinnung und bei unvollkommener Coagulation ein, auch müssten dann andere nicht minder blutreiche Theile, z. B. Drüsen, eine ähnliche Erhärtung nach dem Tode zeigen. *Sommer* hält die Starre und Gerinnung für analoge Zustände und nennt die Gerinnung den Tod des Blutes, den *rigor* den Tod der Muskeln (Gerinnung des Muskelfaserstoffs). *Nysten* leitet ihn von der organischen, *Sommer* von einer physikalischen Contractilität der absterbenden Muskelfaser ab. *Burdach* nennt ihn einen eigenthümlichen, in der Thätigkeit des lebendigen Muskels gegründeten, zwischen dem Erlöschen lebendiger Bewegungskraft und der chemischen Zersetzung mitten inne liegenden Act. — Nach *Carus* entsteht die Starre (d. i. das Absterben der willkührlichen höher organisirten Muskelfasern) durch Entladen der Innervation, welche beim Tode des Nervenlebens in centrifugaler Richtung von den Herden, in welchen sie sich an der Belegungsmasse erzeugte, nach aussen fortgestossen und zerstreut wird, wodurch noch da, wo die Primitivnervenfasern auf der Muskelfaser endigen, eine letzte magnetische Reaction der Muskelfaser erweckt und eine längere oder kürzere Zeit dauernde Contraction derselben (je nach dem schnellern oder langsamern Entladen der Innervation) hervorgerufen wird. Ist die Innervation ganz entladen, so hört auch die Contraction auf, der Muskel erschlafft vollkommen. Dadurch aber, dass zugleich mit jener letzten, von der gleichsam verwehenden Innervation angeregten Muskelcontraction sich ein durch Gerinnen des Blutes in den kleinsten Gefässen und der parenchymatösen Urbildungsflüssigkeit bedingtes Erstarren der Muskelsubstanz verbindet, wird erst der eigenthümliche, die Todtenstarre doch immer noch wesentlich von der Contraction des lebenden Muskels unterscheidende Zustand gänzlich erklärt. Dieses Gerinnen allein kann aber deshalb nicht Ursache der Starre sein, weil diese noch vor völliger Zersetzung und Verflüssigung des Geronnenen aufhört. So lässt sich nun ganz gut erklären: 1) warum in Fällen entweder noch nicht stark entwickelter Innervation (beim Neugebornen) oder grossentheils schon im Leben aufgezehrter Innervation (nach schwerer Krankheit), der *rigor mortis* so schwach ist oder an längere Zeit gelähmten Gliedern gar nicht eintritt; 2) warum, angemessen der Fortschreitung centrifugaler Innervation vom Hirn nach Rumpf und Gliedern, die Todtenstarre von den Kopfmuskeln allmälig auf die Muskeln der obern und untern Extremitäten fortschreitet und in eben der Ordnung erlischt; und 3) warum die Erstarrung beim Tetanus (von einer profusen centrifugalen, das Leben selbst erschöpfenden Strömung der Innervation herrührend) sich unmittelbar in die Todtenstarre fortsetzen kann. Auch lässt sich so einsehen, warum dem völligen Erlöschen der Muskelreizbarkeit ein Zeitraum vorhergeht, in welchem Reizung der Centralorgane und Hauptnervenstämme keine Muskelcontraction hervorruft, wohl aber die Reizung der Nerven eines Muskels. Auch die beim Absterben der niedern Muskelfasern noch stattfindenden (rhyth-

mischen oder kurzen unregelmässigen) Contractionen sind durch, wenn auch sehr kurz reflectirte Strömungen der Innervation wesentlich bedingt. Nach *Ed. Weber* rührt die Todtenstarre von Vergrösserung der Spannung der Muskeln her, welche durch die Zunahme der Elasticität derselben bei Eintritt des Todes entsteht (und nicht mit der Vergrösserung der Spannung der Muskeln zu verwechseln ist, welche unter dem Einflusse des Lebens während der Thätigkeit der Muskeln durch die Verkürzung derselben entsteht, ungeachtet zugleich die Elasticität vermindert ist). — Jedenfalls ist die Todtenstarre für eine dem contractilen, besonders aber dem Muskelgewebe eigene Erscheinung zu halten, welche zu den entschiedenen Zeichen des absoluten Todes gehört, indem ihr Anfang genau in jedem Muskel das Ende der Irritabilität bezeichnet (wo dann der Muskel gegen Galvanismus nicht mehr empfindlich ist). Das Nachlassen der Starre rührt von der beginnenden Zersetzung her, und es fällt auch stets das Ende der Starre mit dem Anfange der untrüglichen Zeichen der Fäulniss zusammen. Von der krampfhaften Contraction unterscheidet sich die Leichenstarre dadurch, dass die Muskeln, einmal gewaltsam ausgedehnt, sich bei letzterer nicht wieder verkürzen, sondern weich bleiben. Sie scheint übrigens niemals auszubleiben und in den Fällen, wo man sie vermisste, nur sehr früh eingetreten und schnell wieder verschwunden zu sein. Uebrigens wird die Todtenstarre nicht blos in willkührlichen oder quergestreiften Muskelfasern (Herz) beobachtet, sondern auch in glatten Muskeln und die Entleerung des Urins, Kothes, Embryos nach dem Tode ohne äussere Veranlassung scheint eine Folge derselben zu sein.

B. Chemische Eigenschaften. Da im Muskel mit den Muskelfasern noch Zellgewebe, Fett, Sehnenfasern, Nerven und Blutgefässe innig verbunden sind, so kann die Muskelsubstanz (von 1,0555 specif. Gew.) in ihren einzelnen Elementen nicht ganz genau untersucht werden. Im Allgemeinen gehört die Muskelsubstanz zu den Geweben, welche sehr viel Wasser enthalten (mehr als ³/₄ ihres Gew.), durch Kochen keinen Leim geben und deren essigsaure Auflösung von rothem Cyaneisenkalium gefällt wird. Sie verhält sich also, wie alle eiweisshaltigen Körper, welche sich durch grössere Lebenseigenschaften auszeichnen, während die, welche mehr durch ihre physikalischen Eigenschaften (wie Bänder, Sehnen, Knorpel) nützen und geringe Lebenseigenschaften besitzen, vom rothen Cyaneisenkalium nicht gefällt werden. So lässt sich die Muskelfaser leicht von der sehnigen und gelben elastischen Faser unterscheiden. In neuester Zeit hat *Liebig* mehrere neue Substanzen aus den Muskeln dargestellt, nämlich das Creatin, Creatinin, Sarcosin und die Inosinsäure (s. S. 134), Substanzen, welche vielleicht nur als Zersetzungsproducte zu betrachten sind.

Durch kochendes Wasser, Weingeist, Säuren, Chlorkalk und adstringirende Mittel schrumpft die Muskelsubstanz zusammen; bei einigen dieser Potenzen geschieht dies dadurch, dass sie dem Fleische schnell einen beträchtlichen Theil seines Wassers entziehen. In kochendem Wasser ziehen sich die Muskelfasern anfangs zusammen und werden fester, nach längerer Zeit aber erweichen sie sich. In concentrirter Essigsäure lösen sich sowohl die Scheiden, als die Primitivfasern auf; in verdünnter Essigsäure quellen sie auf, werden brüchig und durchsichtig, wobei mitunter die quere, mitunter die longitudinale Streifung hervortritt; die Kerne der Scheide bleiben dabei unverändert. In kohlensaurem Kali werden die Fasern fest und so ihre wellenförmig gebogene oder cylindrische Form sehr deutlich. In der Luft geht das Fleisch eher in Fäulniss über, als es trocknen kann, wird weich und mürbe, und verbreitet einen sehr üblen Geruch; nur in kleinen Stücken lässt es sich austrocknen, wobei es 77 pr. C. an Gewicht verliert, hart, spröde,

wenig durchscheinend, und heller oder dunkler braunroth wird, je nachdem es vorher mehr oder weniger vom Blute befreit war; leicht zieht es aber wieder Wasser aus der Luft an, erweicht und fault. — Durch längeres Einweichen von Muskelsubstanz im kalten Wasser, wodurch auch die Bündel und Fasern leichter in ihre Elementarfasern zerfallen, lässt sich zunächst der Farbestoff ausziehen und aus der roth gewordenen Auflösung, welche sauer reagirt, fällt in der Hitze *Cruor* in rothbraunen Flocken und Eiweissstoff mit einer Säure verbunden nieder. Diese Säure ist Milchsäure (s. S. 138) und theils frei, theils an Alkali gebunden, und durch Alkohol auszuziehen. Die übrige, nicht gerinnende Flüssigkeit gibt beim Abdampfen ein gelbbraunes Extract, welches *Berzelius* Fleischextract nennt; über die Hälfte davon wird durch Weingeist aufgelöst und diese Auflösung gibt beim Abdampfen das Osmazom (*Thouvenels* Fleischextract); der in Weingeist nicht auflösliche Theil enthält: kohlensaures und phosphorsaures Kali und Natrum, einen Extractivstoff, der dem Speichelstoff ähnlich ist, nach *Berzelius* aber in 5 verschiedene Extractivstoffe zerlegt werden kann; ausserdem bemerkte hierbei *Chevreul* eine in Würfeln krystallisirte, weisse Substanz, welche ohne Geruch und Geschmack, in Wasser und Schwefelsäure, nicht in Weingeist löslich ist, in der Hitze Ammonium und Blausäure gibt, und welche er Creatin nannte. Diese wird nach *Braconnot* durch Schwefelsäure so zersetzt, dass sich eine neue Substanz, die *Leucine*, erzeugt, welche den angenehmen Geruch der Fleischbrühe hat (s. Extractivstoffe S. 140). — Der in kaltem Wasser unlösliche Theil der Muskelsubstanz ist weiss, wird beim Trocknen gelblich grau und ist leicht zu pulverisiren; kochendes Wasser zieht Leim (von dem beigemengten Zellgewebe und Sehnenfasern), Aether und Fett aus, der übrig bleibende Theil ist Faserstoff (s. S. 130). — Bei der chemischen Analyse von 100 Theilen frischem Ochsenfleische finden sich die folgenden eigenthümlichen Substanzen der Muskelsubstanz, verunreinigt durch die Producte, welche das Zellgewebe, die Blutgefässe und das Blut, die Lymphgefässe und die Lymphe, die Nerven und das Fett liefern:

	Berzelius:	*Braconnot*:	*Schlossberger*:
In kaltem Wasser unlösliche Stoffe	17,70	18,18	17,5
Lösliches Eiweiss und Farbestoff	2,20	2,70	2,2
Alkoholextract mit Salzen	1,80	1,94	1,5
Wasserextract mit Salzen	1,05	1,15	1,3
Albuminhaltiger phosphorsaurer Kalk	0,08	—	—
Wasser (und Verlust)	77,17	77,03	77,5
	100,00	100,00	100,0.

Nach den Meisten unterscheidet sich die Muskelfaser von der mittlern Arterienhaut dadurch, dass in einer salzsauren Lösung von ersterer Kaliumeisen-Cyanür und Cyanid eine Trübung erzeugt, dagegen in einer Lösung der letztern nicht. Nach *Budge's* Untersuchungen rührt nun aber die Trübung von dem Wasser her, in welchem die blausauren Salze gelöst sind und nicht von letzteren, und hängt gar nicht mit den organischen Stoffen zusammen, sondern von der Einwirkung der Säure auf die blausauren Salze ab. Dagegen ist ein sicheres Unterscheidungszeichen die Lösung des Fleisches in Essigsäure, wodurch dieses in Gallerte verwandelt wird, die sich in kochendem Wasser leicht löst, während die elastische Arterienhaut in Essigsäure unlöslich ist.

C. **Lebenseigenschaften.** Den Muskeln kommt ausser den allgemeinen, allen thierischen Theilen zukommenden Eigenschaften, noch Empfindlichkeit und Contractionskraft zu. Die **Empfindlichkeit**, welche sie den in ihnen nicht sehr zahlreich verbreiteten Empfindungsnerven verdanken, ist nicht bedeutend, denn für mechanische Verletzungen sind die Muskeln nicht besonders empfindlich, ob-

gleich sie ein sehr feines Gefühl für die Zustände (Gemeingefühl) haben, in welche sie durch die Contraction versetzt werden. So empfinden sie deutlich Ermüdung, Krampf und messen durch die Kraft der Zusammenziehung die Schwere und den Widerstand der Körper, weshalb sie als der Sinn für Wahrnehmung der Schwere angesehen werden können. — Die **Contractionskraft** ist eine lebendige, den Muskelfasern eigenthümliche *(vis viva insita musculorum)*, aus ihrer Form und Mischung hervorgehende, aber von den in ihnen verbreiteten Bewegungsnerven abhängige Fähigkeit (Muskelkraft, Muskelreizbarkeit, *irritabilitas Halleri*), durch jedwede Art von Reizen, sowohl psychische, als mechanische, chemische und elektrische, zu Zusammenziehungen (ihrer Länge nach) bestimmt zu werden, wobei sie sich in der Richtung ihrer Fasern verkürzen, um hinterher wieder zu erschlaffen. Diese Contractilität äussert sich selbst noch einige Zeit nach dem Tode, sobald die Muskeln selbst oder ihre motorischen Nerven gereizt werden. Während des Lebens sind die Hauptreize für die willkührlichen Muskeln die durch den Willen verstärkte Nerveneinwirkung, für die unwillkührlichen wahrscheinlich das Blut. Dass die Muskelreizbarkeit durchaus vom Nervensysteme abhängig ist, wird dadurch deutlich bewiesen, dass Muskelportionen, aus denen die Nerven vollständig herauspräparirt sind, nicht mehr auf Galvanismus reagiren *(v. Humboldt, Valentin)*, dass ferner die Trennung der Nerven vom Gehirn und Rückenmark nach kurzer Zeit Erlöschen der Muskelirritabilität nach sich zieht, dass endlich dieselben Stoffe, welche durch das Blut die Thätigkeit des Nervensystems beeinträchtigen *(narcotica)*, auch in örtlicher Berührung mit dem Muskel dessen Irritabilität aufheben, und dass Alles, was für die Muskeln Reiz ist, auch auf die sensiblen Nerven reizend wirkt und umgekehrt, was in diesen die Erregung mindert, auch auf die Muskeln lähmend wirkt. Demnach ist das, was man gewöhnlich Muskelreiz nennt (die Agentien, welche Contractionen in den Muskeln hervorbringen), Nervenreiz, und die Differenzen der Muskeln in ihren physiologischen Energieen (je nachdem sie willkührlich oder unwillkührlich, rhythmisch oder anhaltend sich contrahiren) müssen also auch mehr in Verschiedenheiten der bewegenden Nerven, als der Muskelfaser begründet sein.

Bei der Zusammenziehung werden die Muskeln kürzer, dicker, fester und härter, und die Theile, an welche sie mit ihren beiden Enden geheftet sind, werden einander genähert; zugleich ist eine wellenförmige blitzschnelle Biegung (zickzackförmige) ihrer Bündel wahrnehmbar. Diese Contraction dauert eine Zeit lang, dann ermüdet der Muskel gleichsam und seine Fasern strecken sich wieder. Diese Expansion ist aber keine active; auch sind lebende Muskeln, wie S. 243 u. 374 erwähnt wurde, nie ganz erschlafft, denn sie sind beständig dem Principe der Nerven, auch im Zustande der Ruhe, ausgesetzt. — Die Ursachen, welche die Verkürzung eines Muskels bei der Zusammenziehung bewirken, können nach *Müller* dreierlei Art sein. 1) Eine zickzackförmige Biegung der Muskelbündel, *crispatio*, ein Phänomen, was man an den sich contrahirenden Muskeln mit blossen Augen sehen kann. *Prévost* und *Dumas* fanden, dass sowohl bei den glatten als gestreiften Muskeln die Bündel in der Ruhe gerade, unter der Reizung durch Galvanismus ziemlich regelmässig zickzackförmig gebogen sind. Die

Spitzen der Beugungswinkel waren immer an derselben Stelle und zwar jedesmal da, wo von einem Nervenbündel, welches der Länge nach zwischen den Muskelbündeln lag, einzelne Fasern abgingen, um quer über die Muskelbündel zu verlaufen. Bei der willkührlichen Muskelcontraction folgen sich (nach *Ficinus*, *Valentin*, *Gerber*) die Kräuselungen wie Wellen, welche über den Muskel herablaufen. Da also die Muskelfasern zwischen den Nervenschlingen verkürzt zu werden scheinen, so ist es wahrscheinlich, dass diese Stellen des Muskels, welche dem Einflusse des Nervenprincips vorzugsweise ausgesetzt sind, sich anziehen und dadurch die zickzackförmigen Biegungen hervorbringen. — 2) Eine Verkürzung der ganzen secundären Fasern ohne Zickzackbiegung, die von *Lauth* bei Anwendung schwächerer galvanischer Reize bemerkt worden ist. Hierbei bietet die Oberfläche der Faser (primären Bündelchen, *fibra*), anstatt glatt zu sein, in ihrem ganzen Umfange auf ihrer Scheide Querrunzeln dar, welche man ausserdem noch in den im Zickzack gebogenen Fasern und ganz unabhängig von dieser letztern Krümmung bemerkt. Diese mindere Verkürzung schreibt *Lauth* der Contraction der Primitivfasern zu und erklärt ihre Entstehung durch Annäherung der Kügelchen, welche die Fibrillen bilden. *Müller*, welcher ebenfalls diese secundären Querstreifen beobachtete, glaubt, dass sich diese Art der Zusammenziehung von der zickzackförmigen darin unterscheidet, dass die Faser keine abwechselnden Biegungen macht, sondern dass die primitiven Fasern zwischen 2 secundären Querlinien aus einander weichen und eine bauchige Erweiterung bilden. Es könnte sich also ein Bündel von Fasern auf doppelte Art verkürzen: *a)* durch abwechselnde Biegungen des ganzen Bündels, wobei die Fasern in den Biegungen parallel bleiben; und dies findet bei der sichtbaren Verkürzung der grössern Bündel statt, und *b)* durch bauschförmiges Auseinanderweichen der Fasern des Bündels zwischen aliquoten Quertheilungen des Bündels. *Henle* hält die Erklärung des von *Lauth* beobachteten Phänomens für irrig, da die Scheide der Muskelfaser so fein ist, dass sie, so lange die Fibrillen in derselben eingeschlossen sind, unmöglich wahrnehmbare Runzeln bilden kann. Was *Lauth* dafür hält, müssen entweder die Querstreifen der Fasern oder feinere Zickzackbiegungen sein, welche bei schwächerer Vergrösserung leicht wie Querrunzeln erscheinen. Solche feinere Zickzackbiegungen, die fast 20mal feiner als die von *Prévost* und *Dumas* bemerkten waren, hat *Henle* auch an frischen Muskelfasern gesehen, und *Valentin* nimmt auch an, dass sich bei der Contraction zuerst Einbiegungen in grössern Distanzen bilden und allein existiren, wenn die Verkürzung schwach ist; dagegen entständen, wenn sie stärker würde, in jeder Distanz neue (6—8 und mehr) Einknickungen. Als noch feinere Kräuselung der Pimitivfaser, in Folge der leisesten Contraction, könnte dann vielleicht die angesehen werden, welche die Querstreifen und Varicositäten erzeugt, nur bei den willkührlichen Muskeln und am Herzen wahrnehmbar ist, und mit der folgenden dritten, von Müller angeführten, Ursache zusammenfällt. *Valentin* sieht während der Contraction die Querstreifen (die er für Varicositäten hält) sich rasch erheben. — 3) Bei Muskelfasern mit varikösen Anschwellungen (des animalischen Systems) scheint eine Contraction in noch kleineren Theilen möglich, nämlich durch Annäherung der Anschwellungen und Verkürzung der dünnern Stellen zwischen den Varicositäten der Primitivfasern. Es scheinen aber auch nur die beiden ersten Ursachen zur Contraction hinreichend zu sein und dies kommt bei den organischen Muskeln vor. Dass die Contraction des Muskels aus Anziehung seiner Atome gegen einander entstehe, widerlegt sich dadurch, dass nach *Schwann's* Untersuchungen die Kraft des Muskels in geradem Verhältnisse mit der Contraction abnimmt, wie bei den elastischen Körpern, während doch, wenn die aufgestellte Ansicht richtig wäre, die Anziehungskraft in dem Grade wachsen sollte, als die einander anziehenden Theile sich nähern. Die Ansicht, dass der Muskel bei der Contraction eine Verdichtung und also Volumens-Verminderung erleide, wird durch die übereinstimmenden

Versuche mehrerer Forscher widerlegt. — *Bowmann* glaubt aus seinen Beobachtungen schliessen zu können, dass sich bei der Muskelbewegung ein Primitivbündel niemals in seiner ganzen Länge auf einmal zusammenziehe, sondern dass die einzelnen Theile desselben in rascher Aufeinanderfolge abwechselnd contrahirt und erschlafft werden. *Hannover* scheint auch eine wurmförmige Bewegung der Muskelbündel gesehen zu haben.

Die Zusammenziehungskraft der Muskeln kann nur durch Erregung und Ruhe erhalten und gesteigert werden. Werden sie selten aus inneren Reizen bewegt, so nehmen sie an Kraft ab; durch die Erregung scheint die Natur bestimmt zu werden, die zur Ernährung und Bildung von Muskelgewebe nöthigen materiellen Veränderungen in der Ruhe den erregten Muskeln vorzugsweise zuzuwenden. Auf eine jedesmalige bedeutende Anstrengung wird die Fähigkeit zur Wiederholung derselben geringer und es tritt Ermüdung ein. Diese Ruhe ist aber nach jeder Anstrengung nothwendig, weil die Action und Reizung der Muskeln selbst wahrscheinlich unter materiellen Veränderungen ihres Gewebes erfolgt. Es erfahren also die Muskeln bei ihrer Zusammenziehung wahrscheinlich eine Mischungsveränderung, die, wenn sie nicht durch die Ernährung (in der Ruhe) wieder aufgehoben wird, endlich dieselben zur lebendigen Zusammenziehung untauglich macht.

Die Fähigkeit der Muskeln, sich zu contrahiren — welche entweder nach *Girtanner* Folge eines Combustionsactes (indem durch den nervösen Einfluss, welcher hier nach Art eines elektrischen Funkens wirkt, der Wasser-, Kohlen- und Stickstoff durch den Sauerstoff des arteriellen Blutes verbrennt), oder nach Andern *(Prévost* und *Dumas)* eine Elektricitätserscheinung ist — steht, wie schon erwähnt wurde, stets mit zweierlei Einflüssen im innigsten Zusammenhange, mit dem Einflusse des Blutes und der Nerven. Nur unter dem beständigen Zuflusse von arteriellem Blute (und Stoffwechsel) können die Muskeln ihre volle Contractilität behalten; ebenso sind die Nerven durchaus nothwendig, da sie die Fähigkeit der Muskeln zur Zusammenziehung als Lebenseigenschaft derselben erhalten und auch allein die Leiter sind, durch welche alle Reize auf die Muskeln zunächst wirken.

Nach *Ed. Weber* geschieht die Verkürzung der Muskeln beim Uebergange von der Unthätigkeit zur Thätigkeit nicht durch Beugung der Muskelfasern, sondern durch geradlinige Verkürzung derselben, indem sie gleichmässig und proportional dicker (und etwas dichter) werden. Dabei spannen sich die Fasern wohl an, werden aber nicht härter. Die Zickzackbiegung ist eine Erscheinung, welche nur eintritt, wenn völlig angespannte Muskeln aus der Contraction zur Unthätigkeit zurückkehren und ist daher keine Erscheinung der Contraction, sondern vielmehr der Extension des angespannten Muskels (kommt also bei normaler Lage der Muskeln am lebenden Körper nicht vor). Es contrahiren sich übrigens die Muskelfasern gleichförmig und gleichzeitig in allen ihren Theilen; die Contraction erzeugt keine längs der Muskelfasern oder Bündel fortlaufende Wellenbewegung. Die Grösse der Verkürzung der Muskeln beträgt nicht, wie angegeben wird, $\frac{1}{4}$ der Länge der Fasern, sondern bei Muskeln ohne Auswahl im Mittel wenigstens $\frac{3}{4}$ oder 73 pr. C., bei kräftigen Muskeln aber bis $\frac{5}{6}$ oder 85 pr. C. der Länge der Fasern und darüber. Die Kraft der Muskeln eines lebenden Menschen, wenn sie durch den Willen in Thätigkeit gesetzt wurden, war = 1087 Grammen für jedes Bündel, das 1 Quadratcentimeter dick ist. Der Nutzeffect, welcher sowohl von der Grösse der Contraction, als von der Kraft, mit der sie geschieht, abhängt, ist bei verschiedenen Muskeln sehr verschieden gross. Er ist nur bei einer bestimmten Belastung am grössten und wird geringer bei kleinerer wie bei grösserer Belastung. Die Belastung, bei welcher ein Muskel den grössten Effect ausübt, wird aber um so kleiner, je mehr der Muskel ermüdet. Man darf die Grösse der Muskelkraft nicht darnach schätzen, um den wievielsten Theil seiner Länge sich der Muskel unter übrigens gleichen Umständen verkürzt, denn die Fähigkeit eines Muskels, grössere oder kleinere Gewichte zu heben und die, wenn er nicht belastet

ist, sich mehr oder weniger zu verkürzen, stehen in keiner Proportion weder bei verschiedenen Muskeln, noch bei einem und demselben Muskel zu verschiedenen Zeiten, wo er mehr oder weniger ermüdet ist. Ermüdete Muskeln verkürzen sich bei grösserer Belastung verhältnissmässig weit weniger, als bei geringer Belastung. Die Ursache, dass verschiedene Muskeln auch bei gleichen Dimensionen, und dass auch derselbe Muskel in verschiedenen Zeiten oder Ermüdungszuständen sehr verschieden grosse Kraft ausüben, liegt weniger im Grössenunterschiede der Contraction der Muskeln, als im Grössenunterschiede der Elasticität der contrahirten Muskeln, von welcher die Kraft ebensowohl, wie von der Contraction abhängt. Die Thätigkeit des Muskels besteht nämlich nicht nur in einer Aenderung seiner (natürlichen) Form, die sich verkürzt, sondern auch in einer Aenderung seiner Elasticität, die sich vermindert. Weil aber die Elasticität des Muskels sich beim Uebergange zur Thätigkeit beträchtlich vermindert, übt ein Muskel durch seine Verkürzung eine weit geringere Kraft aus, als er ausüben würde, wenn seine Elasticität unverändert dieselbe wie im unthätigen Zustande bliebe. Die Elasticität des thätigen Muskels ist sehr veränderlich; sie vermindert sich bei der Fortsetzung der Thätigkeit immer weiter (und bedingt dadurch die Erscheinungen der Ermüdung und grossen Kraftlosigkeit). Die Elasticität des todten Muskels ist unvollkommner, als die des lebenden (d. h. der todte Muskel kehrt, nachdem er ausgedehnt worden ist, nicht vollkommen zu seiner natürlichen Form zurück, wie es der lebende Muskel thut) und er zerreisst daher auch leichter. Die Elasticität des todten Muskels ist aber auch grösser als die des lebenden (d. h. der todte Muskel ist unausdehnbarer, steifer und unbeugsamer, sowie auch der lebende unthätige Muskel unausdehnsamer, steifer und unbeugsamer, als der thätige Muskel ist). Die Erscheinungen der Ermüdung der Muskeln sind daher von den Erscheinungen des Absterbens derselben wohl zu unterscheiden. Die Verminderung der Elasticität ist eine Lebenserscheinung, welche unter dem Einflusse der Nerven beim Eintritte und der Fortdauer der Thätigkeit der Muskeln stattfindet. Beim allmäligen Absterben der Muskeln vermehrt sich die Elasticität des Muskels, oder der Muskel leistet der Ausdehnung zunehmend grössern Widerstand. (Ueber Todtenstarre s. vorher S. 376.)

[Weiteres über Muskelbewegung s. später.]

III. Entwickelung und Ernährung des Muskelgewebes.

Das Muskelgewebe entsteht, wenn man das Herz ausnimmt, spät, erst nach der Bildung des knorpeligen Skelets des Rumpfes, sonst aber auf dieselbe Art, wie alle anderen Gewebe, nämlich aus Zellen, die hier aber nicht selbstständig bleiben, sondern zu Fasern verschmelzen (s. S. 78 u. 151). Was das Wachsthum und den Stoffwechsel desselben mit dem Blute betrifft, so muss derselbe, wie schon aus seinem grossen Reichthume an Blutgefässen hervorgeht, sehr lebhaft sein.

A. Entwickelung. In dem zuerst abgesetzten structurlosen, gallertartigen Cytoblastem der Muskeln entstehen nach *Schwann* und *Valentin* zunächst runde oder rundliche, 1 bis 2 Kernkörperchen enthaltende Zellenkerne, welche sich bald mit einer zarten, durchsichtigen Zelle umgeben, welche wächst und etwas länglich wird. Diese Zellen, deren Kern nach und nach etwas heller wird und in deren Inhalte sich mehr oder minder concentrisch um den Kern rundliche Körnchen absetzen, legen sich nun in Längslinien an einander, verschmelzen an den Berührungsstellen mit einander, die Zwischenwände werden resorbirt und so entsteht aus einer Reihe von Zellen ein hohler, an seinen beiden Enden geschlossener und an den Verbindungsstellen der Zellen öfters etwas eingeknickter Cylinder, welcher nun eine mit einer ununterbrochenen Centralhöhlung versehene, und mit kern- und körnerhaltiger Flüssigkeit erfüllte Muskelfaser (secundäre Muskelzelle) ist. An der

Wand der Röhre entwickelt sich eine glashelle Masse, welche frühzeitig longitudinelle Fäden (die spätern Primitivfasern) bildet. — Jetzt trennen sich die Ansichten *Schwann's* und *Valentin's* von einander, indem nach Ersterem (so wie nach *Pappenheim* und *Reichert*) die Zellenkerne, die anfangs im Innern der Röhre ziemlich dicht neben einander und grösstentheils mit dem längsten Durchmesser in der Querachse liegen, bei der Ausdehnung der Röhre weiter aus einander rücken, sich in der Röhre verlängern und zugleich nach aussen gedrängt werden, während die Höhle der Röhre, durch allmälige Ablagerung einer eigenthümlichen, anfangs glashellen, bald aber granulirten Masse an ihrer Innenfläche, immer mehr schwindet und endlich ganz ausgefüllt ist, wobei die kleinern Körnchen resorbirt werden. Nach *Valentin* werden dagegen die Kerne und die sie umgebenden Körnchen, welche sich in dem eiweissartigen Röhreninhalte befinden, nach und nach blässer und endlich resorbirt, während schon einzelne Fäden des glashellen peripherischen Theiles der Röhre den Schein longitudinell rosenkranzartig an einander gereihter Kügelchen darbieten; bald darauf erscheinen auch, und zwar ziemlich plötzlich, die Querstreifen. Vor diesen aber zeigen sich an einzelnen Stellen der Faser Einbiegungen, höchst wahrscheinlich die ersten Anfänge der später in Folge der lebendigen Muskelverkürzung entstehenden knieförmigen Biegungen. Was das Verhalten der glashellen Muskelfibrillen betrifft, so vermuthet *Valentin*, welcher im Innern der Muskelfaser das ganze Leben hindurch eine centrale Röhre bestehen lässt, dass sie nicht blos, wie *Schwann* meint, an der Innenfläche der Muskelfaser-Röhre entständen, sondern auch aussen auf der ursprünglichen Zellenwand. — Während also nach *Schwann's* Ansichten *a)* die Primitivfasern als secundäre Ablagerung im Innern der ursprünglichen Zelle, zuerst an den Wänden, entstehen und diese allmälig ganz ausfüllen, *b)* die Zellenwand zur structurlosen Scheide der Muskelfaser wird, *c)* die längsovalen Kerne auf dieser letztern aber die metamorphosirten Zellenkerne sind und *d)* die Entfernung der Beugungswinkel von einander, sowie die Stücke, in welche die Fasern zerfallen, die Länge der ursprünglichen Zellen andeuten; hält es *Valentin* für möglich, *a)* dass die Primitivfasern aussen um die Zellenwand in Form einer eigenthümlich begränzten und den longitudinell aufgereihten Zellen folgenden Intercellularsubstanz entständen und sich mit einer neuen einfachen Hülle umgeben, *b)* dass die ursprüngliche Zellenwand, als Begränzungshaut der centralen Höhle übrig bleibe oder resorbirt werde, während die Scheide der Faser ein secundäres und aus abgeplatteten und zu Membranen (fadig aufgereihtes Epithelium) verschmolzenen Zellen gebildetes Product sei, *c)* dass die längsovalen Kerne der Scheide sich (gleich dem Epithelium der Gefässe) in dem Cytoblastem bildeten, welches zwischen den Primitivbündeln übrig bleibt. — Auch *Henle* neigt sich zu der Ansicht *Valentin's*, dass die Primitivmuskelfasern als secundäre Ablagerungen über einem aus an einander gereihten Zellen bestehenden Cylinder zu betrachten sind. Dies wird auch um so plausibler, wenn man die Entwickelung des Haar- und Muskelgewebes vergleicht. Die glatten Muskelfasern werden, wie die Längsfasern des Haares, aus einem Cytoblastem geformt, welches nach der Richtung der Kerne sich in Fasern spaltet, die zuweilen später in Fibrillen zerfallen. Eine Trennung in Inhalt und Scheide ist nicht nachzuweisen; die Kerne verhalten sich anfangs in beiden gleich, gehen aber später am Haare grösstentheils verloren und werden am Muskel zu Kernfasern. Entsprechen nun die glatten Muskelfasern in Stärke und Bau den Elementarfasern des Haares, so sind die varikösen Fasern dagegen dem ganzen Haare gleichzustellen. In beiden eine centrale, mit quergestellten Zellenkernen bezeichnete Achse, deren Kerne später verschwinden, in beiden Längsfasern, um diese Achse sich entwickelnd, in beiden zuletzt eine Scheide um die Längsfasern. Nur der Typus, wonach die Längsfasern in den Muskeln entstehen, ist vielleicht ein anderer als im Haare, da sie in ersteren sich nicht durch Zerfallen von Zellenfasern, sondern unmittelbar aus einer gleichförmigen Substanz zu bilden scheinen. — Nach der Geburt bilden sich

die Muskeln rascher aus, doch vollkommen ausgebildet sind sie erst nach vollendetem Wachsthume; dann haben sie den höchsten Grad von Masse, Röthe und Kraft erreicht. Nach *Leeuwenhoek*, *Muys* und *Prochaska* sind die Muskelfasern junger Thiere feiner, als die der erwachsenen; die Zahl der Kerne auf den Faserscheiden ist nach *Henle* sowohl in glatten, als in varikösen Muskeln grösser bei jungen Thieren, als bei älteren. — Im Alter schwinden die Muskeln, werden kleiner und specifisch leichter, fettloser, blässer, unbiegsamer und härter, die Sehnen scheinen länger zu werden, sie zeigen sich trockner, rigider, matter von Farbe und selbst gelblich.

B. Die **Ernährung** des Muskelgewebes, d. h. die Bildung neuer und Aufsaugung alter Muskelsubstanz, geht wegen des Gefässreichthums der Muskeln sehr lebhaft vor sich, was sich auch daraus ergibt, dass sich nicht selten der Umfang derselben in kurzer Zeit vermindert oder vermehrt. Ob in diesen Fällen die einzelnen Muskelfasern ihrer Anzahl oder Stärke nach ab- oder zunehmen, ist noch nicht genau bestimmt. Es scheint, dass sich unter besondern Umständen neue Muskelfasern erzeugen und wahrscheinlich auch bereits gebildete atrophisch, aufgelöst und resorbirt werden können. So entsteht bei der Vergrösserung des Uterus in der Schwangerschaft neue Muskelsubstanz in ihm und nach *Pappenheim* selbst in dem Theile des Bauchfelles, welcher die vordere Fläche des Uterus bedeckt. Jede anhaltende Bewegung, sagt *Henle*, hat eine Blutanhäufung im Muskel und Ergiessung von Plasma zur Folge und wenn diese gering ist, so wird die ergossene Substanz in Muskelgewebe umgewandelt. Darauf beruht die Hypertrophie der Muskeln durch Uebung, die Verdickung der Herzwände und Muskelhäute der Eingeweide bei Hindernissen in der Fortbewegung der Cotenta der Höhlen. Ist das Exsudat bedeutend, z. B. bei Entzündung, so wird es nicht zu Muskel-, sondern zu Bindegewebe, und aus diesem besteht auch die Substanz der Narben in Muskeln. Accidentelle Bildung von Muskelfasern ist noch nicht beobachtet worden. Gänzlich weggenommene Muskeln oder aus ihnen herausgeschnittene Stücke reproduciren sich nicht wieder, so wie sich auch durchschnittene Muskeln nur durch eine zellig-fibröse Zwischensubstanz wieder vereinigen.

IV. Eintheilung der Muskeln.

Man pflegt das Muskelsystem entweder der Structur seiner Fasern nach in gestreifte und glatte Muskeln (s. vorher S. 366), oder nach der Form der Muskeln in solide und hohle, oder aber nach der physiologischen Bedeutung in willkührliche oder animalische und unwillkührliche oder organische einzutheilen. Zu den willkührlichen rechnet man: alle Haut- und Skeletmuskeln, die Muskeln der Zunge, des Gaumens, Rachens und Kehlkopfs, das Zwerchfell, die Muskeln des Afters, des Gliedes und diejenigen der Blase, welche den Austritt des Harns gestatten oder hemmen können; zu den unwillkührlichen: das Herz, die sämmtlichen Muskeln des Verdauungskanals, der Harnblase, der Gallenblase, der Ausführungsgänge der Drüsen und der Iris. Von vielen Muskeln ist es aber noch ungewiss, ob sie zu den willkührlichen oder unwillkührlichen zu rechnen sind (z. B. die Cremasteren, die Muskeln der Gehörknöchelchen, der Iris, des Rachens, der Speiseröhre). Auch gibt es Muskeln, die zu beiden Klassen gehören können (wie das Zwerchfell, die Bauchmuskeln, die *mm. intercostales* und *sphincteres*). Sodann reichen auch die anatomischen Merkmale nicht aus, willkührliche von unwillkührlichen Muskeln zu unterscheiden, da es sich gezeigt hat, dass verschiedene Organe, die Iris, Speiseröhre, ja selbst der Magen und Darmkanal, bei ver-

schiedenen Thieren bald die Fasern der willkührlichen, bald der unwillkührlichen Muskeln besitzen. Als Unterschiede zwischen den soliden oder willkührlichen oder quergestreiften (mit Ausnahme des Herzens) und den hohlen oder unwillkührlichen oder glatten Muskeln, könnten folgende Momente im Allgemeinen etwa angesehen werden.

Solide, willkührliche, quergestreifte Muskeln:	**Hohle, unwillkührliche, glatte Muskeln:**
a) sie bilden sowohl den grössern Theil des Muskelsystems, als auch der Masse des ganzen Körpers;	*a)* sie bilden nur den kleinern Theil des Muskelsystems;
b) sie sind hauptsächlich nach der Peripherie des Körpers zu gelagert und die meisten finden sich an den Extremitäten; sie gehören vorzüglich den Organen der Ortsbewegung, Sprache und Sinne an (deshalb auch animalische genannt);	*b)* sie kommen nur in Brust- u. Bauchhöhle vor, an den bildenden, ab- und aussondernden Organen, zu deren Verengerung und Verkürzung (um den Inhalt derselben fortzustossen) sie dienen; sie gehören also den Organen der Ernährung an und heissen deshalb auch vegetative oder organische;
c) sie stellen solide Körper dar, welche mit ihren beiden Enden an zwei, in irgend einer Beziehung von einander verschiedene, bewegliche Theile angeheftet sind, meist an Knochen;	*c)* sie sind nirgends an Knochen angeheftet, sondern bilden entweder für sich hohle Organe (Herz, Uterus), oder liegen in Gestalt einer Haut (Muskelhaut, *membrana muscularis*), meist zwischen 2 Häuten, einer serösen und Schleimhaut, um andere zusammengesetze hohle Organe herum (wie an der Speiseröhre, dem Magen, Darmkanale, der Harnblase und den Ausführungsgängen);
d) sie bestehen aus parallel neben einander liegenden und in ein und derselben Richtung verlaufenden Bündeln und Fasern;	*d)* ihre Fasern und Bündel sind kurz, gebogen, oft ästig oder gabelförmig gespalten; sie bilden meistens Kreisabschnitte und Ringe; laufen weniger parallel, mehr netzartig verflochten; sie bilden öfters über einander liegende, aus verschieden verlaufenden Fasern (longitudinale, transversale u. kreisförmige) bestehende Schichten;
e) ihre Farbe ist eine dunkelrothe;	*e)* sie sehen blassroth (mit Ausnahme des Herzens);
f) ihre Fasern sind quergestreift und nach Einigen varikös;	*f)* ihre Fasern sind glatt, weicher, jedoch zäher, und, wenn man die des Herzens ausnimmt, nicht quergestreift;
g) sie haben meist an ihren beiden Enden Sehnen;	*g)* ihnen fehlen Sehnen;
h) sie besitzen Antagonisten;	*h)* sie haben keine Antagonisten;
i) ihre Contractionen, rasch entstehend und rasch nachlassend, sind dem Willen unterworfen, stehen unter dem Einflusse des Cerebrospinalnervensystems und werden hauptsächlich vom Gehirn aus hervorgerufen;	*i)* ihre Contractionen, meist peristaltisch, sind durchaus unwillkührlich, stehen unter dem Einflusse des *nerv. sympathicus*, und werden grösstentheils durch das, was auf die innere Membran der Organe, welche sie umgeben, reizend einwirkt, hervorgerufen;

k) sie besitzen mehr Nerven und diese gehören grösstentheils den Gehirn- oder Rückenmarksnerven an; deshalb sollen sie ihre Function erst durch Uebung erlernen müssen und des Schlafes bedürftig sein; auch hat man ein deutliches Gefühl vom Grade der Kraftanstrengung und Ermüdung in ihnen.	*k)* sie besitzen weniger Nerven und diese gehören zum grössten Theile dem Gangliensysteme an; deshalb ist ihnen ihre Function angeboren und sie brauchen nicht zu ruhen; auch haben wir kein deutliches Gefühl vom Grade der Kraftanstrengung und Ermüdung in ihnen.

Ed. Weber theilt die Muskeln nach der Verschiedenheit ihrer Bewegungsweise in 2 Klassen, in animalische und organische; beide führen charakteristisch verschiedene Bewegungen aus, ungeachtet man auf beide dieselben Reize und auf dieselbe Weise einwirken lässt. Die animalischen Muskeln gerathen, wenn sie gereizt werden, augenblicklich in Zusammenziehung und lassen, sobald die Reizung aufhört, eben so schnell in dieser Zusammenziehung wieder nach. Es gehört die Mehrzahl dieser Muskeln den willkührlichen an; sie haben dickere und nicht in Aeste getheilte Elementarbündel und eine quergestreifte Hülle. Organische Muskeln sind dagegen die, welche nicht im Momente einer schnell vorübergehenden Reizung, sondern erst einige Zeit darauf zur Zusammenziehung angereizt werden und deren Bündel dadurch successiv in einer gewissen Ordnung und Aufeinanderfolge in Zusammenziehung gerathen können. Diese Muskeln, welche, mit Ausnahme des Herzens, ungestreifte, glatte sind, haben dünnere, in Aeste getheilte Elementarbündel, die unter einander so verwachsen, dass sie ein Netz bilden. Alle willkührlichen Muskeln der Wirbelthiere gehören den animalischen an; dagegen können die unwillkührlichen eben sowohl animalische wie organische sein. In allen Fällen, wo dieselben Organe bald gestreifte, bald ungestreifte Muskelbündel besitzen, ergibt sich, dass diese Organe auch bald animalische, bald organische Bewegung besitzen. Trotz dem lässt sich aber doch nicht sagen, dass alle Muskeln mit animalischer Bewegung quergestreifte seien, und alle Muskeln mit ungestreiften Fasern organische Bewegung haben, und dass die Querstreifen in einem nothwendigen Zusammenhange mit der animalischen Bewegung stehen, denn Dem widerspricht der Bau des Herzens, welches gestreifte Muskelfasern und dennoch organische Bewegung hat, und ebenso der Darmkanal der Insecten und Crustaceen, dessen Muskelfasern auch quergestreifte und dessenungeachtet mit organischer Bewegung versehene sind. Die Querstreifung scheint vielmehr in einem directeren Zusammenhange mit der Geschwindigkeit und Grösse der Verkürzung zu stehen.

V. Muskelbewegung.

Setzen wir die Glieder (sagt *Ed. Weber*) durch unsern Willen in Bewegung, so verkürzen und verdicken, und spannen sich die Muskeln, deren Befestigungspunkte sich einander nähern, bedeutend an, während die Muskeln, deren Befestigungspunkte sich von einander entfernen, nur etwas straffer werden. Werden dagegen die Glieder ohne unser Zuthun (durch einen andern Menschen) gegen einander bewegt, so werden die Muskeln, deren Befestigungspunkte sich nähern, schlaffer, die, deren Befestigungspunkte sich von einander entfernen, straffer oder gespannter. Zwei Zustände sind also an den Muskeln zu unterscheiden: der Zustand der Unthätigkeit (der Ruhe, Erschlaffung, d. i. der Zustand, in dem die Muskeln für gewöhnlich beharren, wo sie die vorhandene Ruhe der Glieder nicht stören) und der Zustand der Thätigkeit (der Contraction, d. i. der Zustand, in

welchen sie vorübergehend versetzt werden, wo sie sich zu verkürzen und dadurch die Glieder zu bewegen streben).

Erregung der Muskelthätigkeit. So mannichfaltig die Ursachen sind, welche die Muskeln zur Thätigkeit veranlassen (z. B. der Wille, elektrische, chemische und mechanische Einwirkungen), so liegt doch der nächste Grund dieser Thätigkeit immer im Nervensysteme. — *a)* Erregung durch den Willen. Der Einfluss des Willens auf die Muskeln äussert sich theils dadurch, dass er sie zur Zusammenziehung veranlasst, theils auch dadurch, dass er anderen Einflüssen, welche in den Muskeln Zusammenziehungen hervorrufen, entgegenwirkt und ihre Wirkung zum Theil oder ganz aufhebt (besonders in Sphincteren). Der Wille beherrscht die Thätigkeit der Muskeln sowohl ihrer Dauer als dem Grade nach; er kann sie in längere oder kürzere Zeit andauernde Zusammenziehung versetzen und mit grösserer oder geringerer Kraft verkürzen. Der Wille setzt nun aber die Muskeln nicht durch unmittelbare Einwirkung, sondern mittels der Nerven, und zwar der Hirnnervenfasern, in Bewegung. Diese Nerven müssen natürlich mit ihrem Centralorgane (Gehirn) in ununterbrochenem Zusammenhange stehen, und ebenso müssen Centralorgan, Nerv und Muskel normal sein, wenn die willkührliche Bewegung gehörig von statten gehen soll. Der Nerv erscheint nur als Leiter von Bewegungen, die vom Centralorgane, wo sie durch den Einfluss des Willens entstehen, ausgehen und sich centrifugal zum Muskel hin fortpflanzen. Manche willkührlich zu bewegende Muskeln, die aber auch ohne Zuthun des Willens zu wohlgeordneten gemeinschaftlichen rhythmischen Bewegungen angeregt und darin unterhalten werden (z. B. die Respirationsmuskeln), verdanken ihre willkührliche Thätigkeit dem Gehirn, die unwillkührliche dem Rückenmarke. Ueber den Einfluss des Willens auf die Muskeln können wir uns keine Rechenschaft geben. Wir wissen nämlich nichts von der Existenz unserer willkührlichen Muskeln und können nicht unmittelbar wollen, dass sich dieser oder jener Muskel zusammenziehe, sondern wir haben nur durch Erfahrung gelernt, welche Art der Anstrengung wir machen müssen, damit wir eine durch unsere Sinne wahrnehmbare Veränderung oder Erscheinung an unserm Körper hervorbringen. Fällt die Veränderung, die die Bewegung von Muskeln hervorbringt, nicht in die Sinne, oder wissen wir nicht schon auf anderem Wege, dass dieselbe von ihnen herrührt, so können wir nicht bestimmen, ob diese Muskeln dem Willen gehorchen oder nicht. Ja es kommt öfters vor, dass wir auch willkührliche Muskeln, weil wir ihre Wirkungen nicht beobachten oder beobachten können, nicht willkührlich gebrauchen lernen (z. B. die Stimmmuskeln bei den Taubgebornen, die kleinern Muskeln des äussern Ohres). Uebrigens können alle willkührlichen Muskeln durch innere im Körper sich ereignende Einwirkungen, sowie durch äussere Einflüsse ohne Vermittelung des Willens in thätige Bewegung gerathen. Auch die unwillkührlichen Bewegungen willkührlicher Muskeln werden durch die Nerven veranlasst, nur mit dem Unterschiede, dass die Anregung zur Bewegung nicht vom Sitze der Willensthätigkeit im Gehirne, sondern von irgend einer andern Stelle des Nervensystems ausgeht. — *b)* Erregung durch äussere Reize. Alle äussern Agentien, welche Muskelbewegungen veranlassen, wirken ebenfalls durch die Nerven auf die Muskeln. Worin aber die sogenannten Reize, durch welche äussere Einflüsse die Nerven in Thätigkeit setzen und dadurch Veranlassung zu unwillkührlicher Bewegung werden, bestehen, ist eben so wenig bekannt, wie das Agens der Fortpflanzung in den Nerven. Quetschung eines entblössten Muskels (durch Kneipen oder Stossen) bringt ebenso Zusammenziehung desselben hervor, wie die Quetschung eines Muskelnerven ausserhalb seines Muskels. Merkwürdig ist, dass die Muskeln bei Lebenden, so lange sie von der Haut bedeckt sind, beträchtlich gestossen werden können, ohne in Contraction zu gerathen. Nicht so leicht wird eine Zusammenziehung der Muskeln hervorgerufen, wenn sie gestochen werden, während ein Stich (oder Schnitt) in den

Nervenstamm des Muskels sofort Contraction bewirkt. Auch Kälte, Hitze, Säuren und Alkalien, auf die Muskeln oder ihre Nerven angewendet, bedingen Zusammenziehungen. Das kräftigste aber von allen Mitteln, welche die Muskeln in Thätigkeit setzen, ist die Elektricität, besonders in der Form des galvanischen Stromes. Fast in gleicher Vollkommenheit wie durch den Einfluss des Willens, lässt sich die Muskelzusammenziehung durch den magnetogalvanischen Rotationsapparat erreichen. Auch mechanische Reize, wenn sie nur rasch auf einander folgen, können eine fortdauernde Contraction erregen. Ueberhaupt lässt die Thatsache, dass schnell sich folgende Zuckungen sich zu einer anhaltenden und stetigen Contraction vereinen, und letztere sogar nur auf diesem Wege hervorgebracht werden kann (denn gleichmässige fortdauernde Reizung bewirkt keine fortdauernde Contraction, sondern nur eine momentane zu Anfange und am Ende der Reizung), vermuthen, dass auch die anhaltenden Contractionen, welche durch Willenseinfluss vom Gehirne ausgehen, auf ähnliche Weise d. h. nicht durch eine stetige, sondern stossweise Einwirkung auf die Nervenursprünge im Gehirne und Rückenmarke zu Stande kommen. Daher kommt es wohl auch, dass, wenn die Thätigkeit dieser Centralorgane durch Lähmung, Alter, oder auch blos durch Ermüdung geschwächt ist, die Muskelzusammenziehungen ebenso unvollkommen stetig und daher zitternd werden, wie wenn der Rotationsapparat langsam umgedreht wird und so die Stösse nicht schnell genug folgen. *(Ed. Weber.)*

Physiologische Eintheilung der Muskelbewegungen. Sie geht von den Ursachen der Bewegungen, also von dem Nerveneinflusse, aus und gehört deshalb eigentlich auch in die Physik der motorischen Nerven (s. dort das Ausführlichere). Hiernach zerfallen alle Bewegungen zunächst in willkührliche und unwillkührliche, wenn dieser Eintheilung auch die anatomische Form der Muskeln nicht ganz günstig ist. *Theile* sagt von diesen Bewegungen:

A. Unwillkührliche Bewegungen. Der gesammte Muskelapparat ist dieser niedrigern Bewegungsweise fähig, aber in einem verschiedenen Verhältnisse, das sich zunächst mit der anatomischen Anordnung der Muskelfasern in Beziehung setzen lässt.

1) Unwillkührliche Bewegungen der Muskelfasern ohne Querstreifen und mit glatten Elementarfasern. Diese Fasern sind nur der unwillkührlichen Bewegung fähig; auch die Muskelfasern der Harnblase und der Iris, welche Manche zum Theil als willkührliche betrachten, gehören hierher. — Der gewöhnliche Hergang bei dieser Bewegung ist aber der, dass an einer Stelle, wo sich solche Muskeln befinden, ein Reiz auf die hier ausgebreiteten sensibeln Nervenfasern wirkt, der sich bis zu den eigentlichen Centraltheilen des Nervensystems, oder bis zu den secundären Centraltheilen (Ganglien) fortpflanzt und hier unmittelbar, ohne das Medium des Willens, jene motorischen Nervenfasern reizt, welche sich in den betreffenden Muskeln ausbreiten. Es sind also sogenannte reflectirte Bewegungen.

2) Unwillkührliche Bewegungen der quergestreiften Muskelfasern. Hier zeigen sich aber folgende Abstufungen:

a. Reflectirte Bewegungen derjenigen quergestreiften Muskelfasern, die sich an Bewegungsapparaten, welche zur Selbstreproduction oder zur Reproduction der Gattung unerlässlich sind, befinden. Diese Bewegungen sind:

α) **Anhaltende, rhythmische, unwillkührliche Bewegungen, ohne allen Willenseinfluss**; wie beim Herzen, welches quergestreifte Muskelfasern besitzt.

β) **Anhaltende, rhythmische unwillkührliche Bewegungen, mit Willenseinfluss insofern**, als dieser derartige Bewegungen mehr oder weniger intensiv machen, oder in kurzen Zwischenräumen unterbrechen kann; wie die Athembewegungen und deren Modificationen (Lachen, Gähnen, Niesen u. s. w.).

γ) **Periodisch eintretende unwillkührliche**, nämlich reflectirte Bewegungen von Muskeln, die sonst willkührlich wirken können; finden sich bei der Samenejaculation (im *m. bulbo-cavernosus*) und beim Schlingen (in den *constrictores pharyngis*).

b. Alle übrigen quergestreiften (willkührlichen) Muskeln können unter besondern, meistens pathologischen Einflüssen zu unwillkührlichen (reflectirten), schnell vorübergehenden oder anhaltenden Contractionen, oder zu wechselnden Contractionen zwischen den beiden antagonistischen Muskelfasergruppen bestimmt werden.

B. Willkührliche Bewegungen. Nur die quergestreiften Muskelfasern sind dieser höhern Bewegungsweise fähig (mit Ausnahme des Herzens); und sie gewinnt um so mehr an Intensität und Vervollkommnung, je häufiger sie wiederholt wird, so dass die betreffenden Muskeln durch anhaltende Uebung schon dem leisesten Reize des Willens folgsam werden, während sie bei seltener Uebung gleichsam nur träge dem Willen gehorchen und zuletzt seinem Einflusse ganz entrückt werden. — Am leichtesten lassen sich durch den Willen diejenigen Bewegungen ausführen, die mit der anatomischen Anordnung correspondiren. Eine Vervollkommnung der willkührlichen Bewegungen durch Uebung wird aber zweierlei erzielen können: *a)* aus combinirten Bewegungen, welche durch die anatomische Anordnung begünstigt werden, einige Muskeln oder Muskelgruppen gleichsam zu isoliren, dass sie auch für sich allein dem Willen gehorchen; *b)* solche Bewegungen zu einer gleichzeitigen Combination zu zwingen, die anatomisch einander nicht correspondiren. — Alle willkührlichen, zweckmässigen Bewegungen sind erlernte. — Die instinctartigen Bewegungen stehen auf der Gränze zwischen Willkührlichkeit und Unwillkührlichkeit. — Ueber die Art und Weise, wie der Wille die Muskelfasern zur Action bestimmt, lässt sich nur sagen, dass das Centralende der motorischen Nervenfaser durch den Willensimpuls gereizt wird, die Nervenfasern aber als blosse Conductoren des Reizes bis zu den Muskelfasern dienen. Der Grad der Wirkung wird daher immer durch 3 Elemente bestimmt werden: durch die Intensität des Willensimpulses; durch die Leitungsfähigkeit der motorischen Nervenfasern; durch die Contractionsfähigkeit der Muskelfasern.

Müller theilt die Bewegungen nach den Ursachen, durch welche sie hervorgerufen werden, in die folgenden Klassen:

I. Durch **heterogene** (d. s. alle Ursachen zu Bewegungen, ausser dem blossen Impuls des Nervenprincips), **äussere oder innere Reize bedingte Bewegungen.** Gewöhnlich wirken solche Reize im gesunden Zustande nicht ein; nur in einigen wenigen Fällen kommen sie normal vor (z. B. durch die Galle und Excremente wer-

den Darmbewegungen, durch Urin Zusammenziehungen der Blase veranlasst u. s. w.). Uebrigens sind solcher Bewegungen, die stets unwillkührlich erfolgen, sowohl die animalischen, wie organischen Muskeln fähig; jedenfalls ist dazu aber eine Veränderung des Zustandes der Bewegungsnerven nöthig. Der Ort, wo der Reiz applicirt wird, kann dreifach sein:

a. Der Muskel selbst. Hier werden die im Muskel selbst sich verbreitenden Nerven zunächst afficirt, in dessen Folge erst die Contraction eintritt. Bei den organischen Muskeln erfolgt diese nicht so schnell, als bei den animalischen, aber nachhaltiger.

b. Der Nerve, d. h. ausserhalb des Muskels. Bei den animalischen Muskeln ist dies bekannt, bei den organischen erst neuerlich entdeckt worden (*Humboldt* und *Burdach* veränderten so den Herzschlag). Auch hier pflanzt sich der Reiz langsamer und nachhaltiger im *nervus. sympath.* fort.

c. Die Centralorgane. Es erfolgen die Bewegungen jedesmal in den Muskeln, deren Nerven von dem gereizten Theile des Gehirns oder Rückenmarks entspringen.

Merkwürdig ist, dass manche Einflüsse (wie mechanische Reize, Wärme, Elektricität, Alkalien u. a.), mögen sie auf den Muskel, Nerven oder die Centralorgane applicirt werden, Zuckungen erregen, dagegen gewisse Materien (*narcotica*) nur, wenn sie auf den Wegen des Kreislaufes die Centralorgane verändern.

II. Automatische Bewegungen, d. s. diejenigen, welche, von Seelenactionen unabhängig, entweder anhaltend (wie in den Sphincteren) sind oder in einem regelmässigen Rhythmus (Herz) erfolgen, und welche beide aus gesunden, natürlichen, in den Nerven oder Centralorganen liegenden Ursachen erfolgen.

a. Vom *nerv. sympathicus* abhängige automatische Bewegungen. Bei ihnen bemerkt man durchgängig eine gewisse Folge der Contraction; der eine Theil des Organes zieht sich früher zusammen als der andere, und die Bewegung schreitet regelmässig in einer gewissen Richtung fort, worauf ein Periodus vollendet ist. Mehrere Organe mit automatischen Bewegungen haben Sphincteren, welche während der Zusammenziehungen der Organe geschlossen sind und durch die angetriebenen Contenta nach und nach überwunden und geöffnet werden.

1) Muskeln mit Querstreifen der primitiven Bündel (s. S. 367). Hierher gehört das Herz. Die Bewegungen sind rasch, augenblicklich und schnell auf einander folgend.

2) Muskeln ohne Querstreifen der Primitivbündel (s. S. 367); Darmkanal, Uterus, Urinblase. Die Bewegungen sind langsam, nie Zuckungen, erreichen nur allmälig ihr Maximum, dauern länger und die Perioden der Ruhe sind viel länger.

Wirken Reize auf Organe mit automatischen Bewegungen ein, so bleibt die Folge der Bewegungen in der Regel, nur heftigere Reizung verändern dieselbe und es entsteht verstärkte oder antiperistaltische Bewegung. — Die letzte Ursache der rhythmischen Contractionen der organischen Muskeln liegt in der Art der Wechselwirkung zwischen den Muskeln und den sympathischen Nerven (eigenthümlichem Nervensysteme), nicht den Centralorganen. So setzen das Herz und der Darmkanal auch ausgeschnitten ihre Bewegungen noch fort.

b. Von den Centralorganen abhängige automatische Bewegungen; sie sind entweder von intermittirendem, oder continuirendem Typus. Alle diese Bewegungen werden von Muskeln ausgeführt, die ausser der automatischen Bewegung auch dem Willen unterworfen sind.

1) Automatische Bewegungen animaler Muskeln mit intermittirendem Typus.

α) Athembewegungen (s. bei Lungen und Athmen).

2) Automatische Bewegungen animaler Muskeln mit *typus continens*. Hierher gehören die immer, auch im Schlafe, fortdauernden Contractionen der Sphincteren des animalen Systems (*sphincter ani* und *vesicae).*

III. **Antagonistische Bewegungen.** Die ruhige Lage verschiedener Theile des Körpers ist nicht der Ausdruck einer absoluten Ruhe der Muskeln, vielmehr halten sich die verschiedenen Muskelgruppen durch gleiche Gegenwirkung das Gleichgewicht. Wenn die Lage eines Theiles aus seiner mittlern Stellung des sogenannten Ruhestandes verändert wird, so wird die Bewegung eines der im Antagonismus begriffenen Muskeln oder mehrerer derselben verstärkt. Es hört also das Contractionsspiel aller Muskeln auch im Zustande der Ruhe nicht auf. Durch Aufhebung des Gleichgewichts der Muskelbewegungen können Krümmungen entstehen.

IV. **Reflexionsbewegungen.** Hierher gehören alle Bewegungen (unwillkührliche), welche auf ursprüngliche Erregung von Empfindungsnerven entstehen und wo die Vermittelung der centripetalen und centrifugalen Strömung durch das Gehirn und Rückenmark geschieht.

a. Reflexionsbewegungen animaler Muskeln (welche *nervi cerebrales* oder *spinales* erhalten); die centripetale Erregung mag nun in animalischen oder organischen Nerven entstanden sein. Diese Bewegungen (wie Husten bei Reizung der Bronchialschleimhaut, Erbrechen von Reizung der Schlund- und Magenschleimhaut) sind meistentheils vorübergehende oder auch anhaltende Zusammenziehungen der willkührlichen Muskeln. Bei sehr heftiger Irritation können sie selbst schnell wiederholte rhythmische Contractionen sein (wie die Contractionen der Dammmuskeln nach wollüstiger Reizung und das rhythmische Austreiben des Samens).

b. Reflexionsbewegungen organischer (unwillkührlicher) Muskeln; mag nun die centripetale, zuerst auf das Gehirn und Rückenmark verpflanzte Erregung von Gehirn- und von Rückenmarksnerven oder von Theilen mit organischen Nerven ausgegangen sein. So kann die Herzbewegung von allen Seiten des Körpers aus durch Reflexion einer Empfindungsreizung verändert werden. Nach *Volkmann* rufen Reizungen der peripherischen Ausbreitungen der Empfindungs-Nerven (z. B. in der Haut) weit eher Reflexionsbewegungen hervor, als die der Nervenstämme.

V. **Associirte Bewegungen, Mitbewegungen** (ja nicht mit der Association der willkührlichen Bewegungen zu verwechseln, wo durch Uebung Muskeln zur schnellen Folge oder Gleichzeitigkeit der Bewegungen ausgebildet werden, die an sich nur wenig Neigung zur Association haben). Sie haben das Eigenthümliche, dass der Impuls zu einer an sich willkührlichen Bewegung eine unwillkührliche zugleich hervorruft. Je weniger ausgebildet das Nervensystem ist, desto häufiger fallen solche Bewegungen vor; erst durch die Erziehung, Uebung, lernen wir den Nerveneinfluss bei der willkührlichen Bewegung auf eine gewisse Summe der vom Gehirn abgehenden Primitivfasern isoliren. So macht der Ungeschickte viele associirte Bewegungen mit einer intendirten willkührlichen. Bewegungen, welche sich

leicht associiren, sind theils die gleichnamigen der einen und andern Seite (wie die gleichzeitige Bewegung der Iris beider Augen und vorzüglich der Augenmuskeln), theils die von demselben Nervenstamme abhängigen. — Auch die organischen Muskeln sind den Gesetzen der Association einigermaassen unterworfen. Deshalb haben die Bewegungen der willkührlichen Muskeln Einfluss auf die Bewegungen des Herzens und Darmkanals.

VI. Bewegungen, welche von Zuständen der Seele abhängen. Die hierher gehörigen Bewegungen sind dreifacher Art.

a. Bewegungen auf Vorstellungen. Sie kommen in den animalischen Muskeln vor (besonders den Respirationsmuskeln), deren Nerven (oder die Hirntheile, von welchen dieselben entspringen) leicht afficirt werden oder eine grosse Neigung zu Entladungen haben, so dass jeder schnelle Uebergang in den Zuständen der Seele im Stande ist, eine Entladung nach diesen Nerven von der *medulla oblongata* aus zu bewirken. Hierher gehört das Gähnen bei der blossen Vorstellung davon, der Schauder und das Lachen bei Erzählungen u. s. w.

b. Bewegungen durch Leidenschaften. Auch diesen Bewegungen ist der respiratorische Theil des Nervensystems (den *nerv. facialis* mit eingeschlossen) vorzugsweise unterworfen. Sie erfolgen wie die vorhergehenden und es gehört hierher: das Weinen vor Freude, Schmerz, Zorn; die Veränderung der Gesichtszüge u. s. w.

c. Willkührliche Bewegungen. Zur Erregung der willkührlichen Bewegungen sind nur die animalischen Nerven, die Gehirn- und Rückenmarksnerven, fähig, es müssen deshalb alle in unserer Willkühr stehenden Muskeln dergleichen erhalten. Die Quelle dieser Bewegungen, durch welche die Nervenfasern dem Willenseinflusse ausgesetzt werden und den Impuls zu willkührlichen Bewegungen erhalten, scheint das verlängerte Mark *(medulla oblongata)* zu sein, denn zu ihm steigen die Fasern der Spinalnerven aufwärts und bis zu ihm lassen sich die Anfänge aller motorischen Gehirnnerven verfolgen. Hier setzt der Wille nur die Ursprünge dieser Nerven in Thätigkeit und diese vollführen von selbst die motorische Action bis in die entferntesten Theile, denn der Wille kann nicht bis durch den ganzen Verlauf der Nervenfasern fortwirken. Die Nerven gleichen einer gespannten Saite, welche in ihrer ganzen Länge in Bewegung geräth, sobald sie in irgend einem Theile ihrer Länge angesprochen wird. Ebenso setzt die geringste Oscillation des Nervenprincips, in irgend einem Theile der Länge einer Nervenfaser erregt, die ganze Faser auf der Stelle bis an ihr Ende im Muskel in Thätigkeit. — Die willkührlichen Bewegungen bilden sich allmälig und durch die Kenntniss der Lageveränderungen, welche durch bestimmte Bewegungen hervorgebracht werden, aus; diese Kenntniss wird aber erst nach und nach durch die Bewegungen selbst gewonnen. Die ersten Bewegungen sind nur ein zweckloses Spiel des Willens auf einzelne Ursprünge von Bewegungsnerven, ohne alle Vorstellung von den Wirkungen, welche dadurch in den Gliedern hervorgebracht werden. Hierdurch entstehen aber von bestimmten Bewegungen, welche durch die Excitation gewisser Fasern immer erregt werden, bestimmte Empfindungen, die nach und nach zum Bewusstsein kommen. Durch vielfache Uebung nimmt das Vermögen, willkührlich gewisse, selbst isolirte Bewegungen hervorzubringen, zu. Im Allgemeinen kann man zwar sagen, dass eine willkührliche Bewegung um so schwieriger auszuführen ist, je weniger Nervenfasern dabei wirken sollen und je kleiner der bewegte Theil sein soll, allein je häufiger gewisse Nervenfasern die Oscillation des Nervenprincips aus willkührlichen Bestimmungen erfahren, um so mehr bildet sich ihre Fähigkeit zur isolirten Wirkung aus. Dagegen verlieren Muskeln, deren Nerven sehr selten die Intention des Nervenprincips zu Theil

wird, wie die Ohrmuskeln, an Bewegungsfähigkeit. — Nach oft wiederholter Bewegung einzelner Muskeln werden dieselben auf einige Zeit ungeschickt und müssen ruhen, während dieser Ruhe restauriren sich dieselben aber vorzugsweise und nehmen an Reactionskraft zu (s. S. 383). Durch öftern Gebrauch eines Muskels, wobei Anstrengung und Ruhe abwechseln, wird derselbe deshalb immer mehr an Kraft und Bewegungsfähigkeit gewinnen.

Abnorme Bewegungen. Die Muskelthätigkeit kann ebensowohl abnorm vermehrt (Krämpfe) als vermindert (Paresis), oder auch ganz aufgehoben (Paralyse) sein. Die Ursache hiervon kann in der Substanz des Muskels liegen oder im Nervensysteme (im centralen, motorischen oder centripetal-leitenden Theile) oder in der Art der Reizung, weshalb der Arzt bei jeder abnormen Bewegung auf Muskel, Nervensystem und Reiz Rücksicht zu nehmen hat. — Unter **Krämpfen** versteht man widernatürliche, unwillkührliche und unzweckmässige Zusammenziehungen der Muskeln, welche in der Regel durch krankhafte Reizung oder abnorme Reizbarkeit der Bewegungsverven hervorgerufen werden. Ihrer Form nach unterscheidet man andauernde Krämpfe (tonische; Starr- oder Dauerkrampf, Klamm) und ab und zu nachlassende, daher stossweise und mit Hin- und Herbewegungen erfolgende Krämpfe (klonische; Stoss- oder Zuckkrampf, Convulsion). Nach ihrer Ausbreitung und nach dem Nervencentrum, von dem sie ausgehen, nimmt man Hirn-, Rückenmarks- und locale Krämpfe an. Nach der verschiedenen Quelle der Krämpfe liessen sich (mit Rücksicht auf die Nervengesetze) vielleicht die folgenden annehmen:

a. Krämpfe in Folge abnormer Reizung, bei sonst ganz normalem Zustande des Nervensystems und der Muskeln. Die Reizung kann am peripherischen Ende, im Verlaufe oder am centralen Ende der betheiligten Bewegungsnerven angebracht sein; sie kann aber auch das Centralnervenorgan betreffen, oder von einem andern motorischen und zuleitenden Nerven überstrahlen.

b. Krämpfe in Folge abnormer Reizbarkeit. Diese letztere kann eben sowohl das Nervencentrum betreffen (als Cerebral-, Spinal- und Ganglien-Irritation), als in erhöhter Leitungsfähigkeit der motorischen Nerven bestehen. Es bedingt dann schon normale Reizung eine abnorme Bewegung (welche man vorzugsweise nervöse zu nennen pflegt).

c. Krämpfe in Folge abnormer Muskelirritabilität. Es ist nicht unmöglich, dass in der Muskelsubstanz bisweilen eine krankhafte Steigerung der Irritabilität und ein abnormes Contractionsvermögen auftreten kann, so dass schon eine normale Reizung bei gesundem Nervensysteme widernatürliche Contractionen erzeugt.

d. Peripherischer Krampf (localer Nervenkrampf), d. i. ein solcher, wo der motorische Nerv an seinem peripherischen, im contractilen Organe befindlichen Ende gereizt wurde. Diese Art von Krämpfen ist auf einzelne Muskeln beschränkt.

e. Excentrischer Krampf, d. i. ein solcher, der durch Reizung motorischer Nerven in ihrem Verlaufe (zwischen dem centralen und peripherischen Ende derselben) erzeugt wird.

f. Centrale Krämpfe (Hirn- und Rückenmarks-Krämpfe), welche durch Reizung der Centralnervenorgane oder centraler Enden motorischer Nerven entstehen. Sie erstrecken sich meist über mehrere Nervengruppen zugleich oder abwechselnd, und sind häufig noch mit andern Störungen der Function der Centralorgane verbunden.

g. Reflectirte Krämpfe, d. s. solche, welche durch Ueberstrahlung der Reizung auf motorische Nerven (innerhalb der Centralorgane, und ganz

besonders wenn diese sehr reizbar) von zuleitenden oder andern Bewegungsnerven aus zu Stande kommen, so dass diese Krämpfe entweder Reflex- oder Mit-Bewegungen (s. S. 390) sein und von den verschiedensten Stellen des Körpers aus erregt werden können. Am häufigsten erscheinen solche Reflexkrämpfe bei Kindern, weil hier die weiche Nervenmasse die Ueberstrahlung sehr begünstigt; deshalb nehmen auch bei Kindern die meisten Krankheiten das Ansehen von Hirn- und Hirnhaut-Krankheiten an, obschon diese gar nicht so häufig sind, als man glaubt.

Die Erscheinungen und Folgen der Krämpfe sind sehr mannichfaltig und richten sich nach der Function der betroffenen contractilen Organe; oft finden sich dabei auch Mitbewegungen in andern, vom Krampfe eigentlich nicht befallenen Nervensystemen ein (z. B. Krampf der Haut, der Gefässwände, der Se- und Excretions-Kanäle bei Cerebral- oder Spinal-Krämpfen), sowie nicht selten Schmerzen (als Reflexempfindungen) die Krämpfe begleiten (z. B. Waden- und Magen-Krampf, Wehen, Kolik). Bald bestehen die Krämpfe in einfacheren Streck- oder Beug-Bewegungen der Glieder, bald in combinirteren, wirren oder geordneteren Bewegungen, bald in Verengerung und Zusammenschnürung von Höhlen, Kanälen oder Mündungen, entweder mit gehemmter Weiterbeförderung ihres Inhaltes (Sperrkrämpfe), oder mit Austreibung desselben (Presskrämpfe). — Da während des Krampfes die Stoffmetamorphose der befallenen Muskeln und Nerven gestört wird, so müssen diese Theile auch nach und nach ihre Function verlieren und der Krampfanfall deshalb sich allmälig lösen (was gar oft ganz mit Unrecht dem gereichten Medicamente zugeschrieben wird).

Die **Bewegungslähmung** (*paralysis s. acinesia;* oder *paresis* bei unvollkommner Lähmung; Schwäche bei geringem Grade) kann zu Stande kommen, wenn man nämlich von den Krankheiten absieht, welche die Zusammenziehungsfähigkeit des Bewegungsorganes aufheben: durch eine die Leitungsfähigkeit mindernde Affection des motorischen Nerven (wie Druck, Entartung und Zerstörung, mangelhafte Ernährung, Ueberreizung desselben) an irgend einer Stelle seines Verlaufes vom Centrum bis zur Peripherie (d. i. peripherische Paralyse); durch Krankheit der Nervencentra, wie des Gehirns, Rückenmarks und der Ganglien (d. i. centrale Lähmung); durch Affection zuleitender Nerven, wobei es entweder zum Erlöschen der zur Bewegung nothwendigen Reizung oder durch zu starke Reizung zur (antagonistischen) Lähmung der motorischen Nerven kommt (d. i. reflectirte Lähmung). Nicht selten geht mit Aufhebung der motorischen Thätigkeit die Lähmung der Empfindung einher; auch wird manchmal der paralysirte Theil durch die Wirkung der ungelähmten Antagonisten in starrkrampfähnliche Stellungen gebracht (d. i. paralytische Contractur; paralytische Strictur), oder er wird, obschon alle willkührliche Bewegung darin aufgehoben ist, von reflectirten Bewegungen *(paralysis agitans s. tremula)* befallen.

Krankheiten des Muskelgewebes. Die Muskelsubstanz ist ungeachtet ihres grossen Nerven- und Gefässreichthums und trotzdem, dass sie bedeutenden Antheil an dem Gesammtzustande des Körpers nimmt, was sich im Umfange der Muskeln und im Tonus derselben (in der straffern und laxern Faser) ausspricht; doch im Allgemeinen selten der primäre Sitz von Krankheiten. Es gibt folgende wichtigere:

Entzündung *(myositis)* tritt als primitive (rheumatische, durch Erkältung) nur bisweilen in einigen wenigen willkührlichen Muskeln (im *m. psoas, iliacus internus, deltoideus, sternocleidomastoideus, pectoralis major*) und im Herzfleische *(myocarditis)* auf. Sie befällt anfangs stets nur einzelne kleinere zerstreute Stellen, pflanzt sich aber manchmal durch den ganzen Muskel fort. Ihre Folge ist meistens Vereiterung oder auch schwielige Verdichtung, bisweilen mit Verknöcherung (Exercirknochen im *m. deltoideus* und *biceps* des linken Armes). — Die **Hypertrophie** des Muskelgewebes betrifft als krankhafte und Functionsstörungen hervorrufende, fast nur die unwillkührlichen Muskeln, vorzüglich das Herz und die Fleischhaut des Darmkanals, sowie die der Blase. Von den Hypertrophieen willkührlicher Muskeln ist nur die der Zunge, welche aber höchst selten vorkommt, erwähnenswerth. Das hypertrophische Muskelgewebe ist mit Volumszunahme auffallend dicht und fest, spröde, dunkelbraunroth und blutreich; es zieht sich kräftiger zusammen und zeigt an der Leiche eine bedeutendere und langdauernde Starre. Jede solche Hypertrophie geht aber, wenn sie bis zu einer gewissen Höhe gestiegen ist, in Lähmung über; die Muskelsubstanz wird nämlich allmälig mürbe, zerreisslicher, blass und nicht selten fettig entartet, ja selbst theilweise resorbirt. Die Ursachen der Hypertrophie sind: vermehrte und angestrengtere Thätigkeit des Muskels, welche besonders in mechanischen, von dem Muskel zu überwindenden Hindernissen oder auch in abnormer, directer, centraler oder reflectirter Erregung der motorischen Nerven des Muskels ihren Grund hat. Es erzeugt ferner aber auch chronische Stase, die vorzüglich bei Entzündungen anliegender Theile (Membranen) im Muskel statt hat, eine Hypertrophie desselben. — Die **Atrophie** des Muskelgewebes kann das ganze Muskelsystem betreffen, wie dies im hohen Alter, bei Auszehrungskrankheiten, chronischen Vergiftungen (besonders mit Blei), Dyskrasieen (besonders Tuberculose und Krebs), Fettleibigkeit, chronischen Hirn- und Rückenmarks-Krankheiten u. s. w. der Fall ist. Dabei verliert die Musculatur nicht nur an Umfang und Masse, sondern wird auch blutärmer, leichter zerreisslich, schlaff und blass. **Partielle** Muskelatrophie kann bedingt werden: durch eine allmälige hochgradige Ausdehnung (bei Scoliosen, Herzerweiterung), durch Druck (von vergrösserten Organen, erweiterten Höhlen, Aftergebilden: Kropf, Hydrops, Aneurysmen, Krebsen u. s. w.), durch unzulängliche Thätigkeit oder Lähmung, durch eine von übermässiger Innervation herrührende perennirende Zusammenziehung des Muskels. Das atrophische Muskelgewebe findet man dünn, weich, sehr zerreisslich, blassbraun oder gelblich, blutleer und trocken; in manchen Fällen wird auch die Muskelsubstanz von einem andern (fibroiden oder Fett-Gewebe) ganz verdrängt. So atrophiren retrahirte Muskeln in der Art, dass sie mit Erbleichung zum Blassgelbröthlichen, Fahlen und endlich zum Schmutzigweissen, zu einem resistenten, straffen, fibroiden Strange degeneriren. Muskeln, die absolut unthätig sind, schwinden, indem ihre Substanz zu Fett entartet. — Die **Fettentartung der Muskeln**, *steatosis musculorum*, besteht entweder in einer wirklichen Umwandlung der Muskelfasern in eine fettige Substanz, oder in Verdrängung des Muskelgewebes durch Fett. Es scheint diese Fettentartung Folge einer länger andauernden passiven oder mechanischen Stase in den Capillaren des Muskels zu sein (deshalb bei Lähmung und langer Unthätigkeit der Muskeln, Varicositäten); bei Beginn des Uebels zeigen sich nämlich im Muskelgewebe sehr erweiterte, verlängerte und mit Blut überfüllte Haargefässe, während bei vollendeter Entartung jede Blutüberfüllung wegfällt. Nach *Rokitansky* kommt die Muskelsteatose, welche vorzüglich willkührliche Muskeln, besonders der untern Extremität, doch auch die Muskeln des Dammes, Uterus, Mastdarmes, der Gallenblase und des Herzens betrifft, unter 2 Formen vor: *a)* bei **Erzeugung von Fettgewebe zwischen den Muskelfasern** verlieren diese ihre Querstreifen, ihre rothe Farbe, werden allmälig blassgelbröthlich, schmutziggelb, fahl, zerfallen und verschwinden vollständig; das Muskelfleisch hat demnach endlich einer Masse von Fett Platz gemacht. Gewöhnlich beginnt

diese Entartung fleckweise und erst durch den Zusammenfluss der Flecke wird der Muskel gleichförmig entfärbt, hat seine Faserung verloren und ist zuletzt, mit Beibehaltung seiner Umrisse, aber mit Verlust an Umfang, zu einer weichen, dunkelgelben, fahlen oder weisslichen, fettigen, hammeltalg-, fettwachs- oder wallrathähnlichen Masse umgewandelt. Man trifft diese Steatose im vorgerückten Alter, bei sitzender, luxuriöser Lebensweise und Alkoholmissbrauch (bei allgemeiner Fettsucht), bei absoluter Unthätigkeit der Muskeln und Atrophie derselben. — *b)* Die zweite Form besteht in einer Entwickelung freien Fettes in fein vertheiltem Zustande zwischen den Muskelfasern, wobei deren quergestreifte Scheide zerfällt und das Fleisch zum Schmutziggelben, Fahlen entfärbt, und dabei morsch und brüchig wird. Diese Entartung kommt vorzüglich im Herzfleische, zumal im hypertrophirten Herzen, seltener an hypertrophirten Fleischhäuten (der Blase), und höchst selten an willkührlichen Muskeln (Wadenmuskeln) vor. *Engel* betrachtet diese Steatose als ein Symptom der Atrophie und darin bestehend, dass an der Stelle des durch Aufsaugung theilweise entfernten Muskelgewebes ein Gemenge von Fett, Kalksalzen und einer körnigen Masse (Atherom) zurückbleibt. — Nicht selten finden sich in willkührlichen Muskeln parasitische Würmer (Entozoen; s. S. 10), nämlich der Hülsenwurm *(echinococcus)*, Finnenwurm *(cysticercus)* und am häufigsten *Trichina spiralis* (s. S. 11).

Einfache willkührliche Bewegungen.

Bei den am menschlichen Körper vorkommenden Bewegungen finden sich die Gesetze der Statik und Dynamik, besonders die des Gleichgewichts (s. S. 213), des Hebels (s. S. 215) und des Pendels (s. S. 218), vielfach angewendet. Vorzüglich ist es aber das *Borelli*'sche Gesetz (s. S. 216), welches hier häufig in Kraft tritt. Wir finden nämlich, dass die wenigsten Muskeln unsers Körpers so angeheftet sind, dass sie ihre Hebel unter den günstigsten Verhältnissen, d. h. entweder senkrecht oder in der Fortsetzung ihrer Achse angreifen. Sogar diejenigen, welche noch die vortheilhaftesten Momente der Art zeigen, haben sie nur für die Majorität ihrer Fasern, nicht aber für alle. Diese scheinbare Unvollkommenheit rührt davon her, dass die Natur weit leichter eine grössere Muskelkraft herstellen, als die Zweckmässigkeit und Vielseitigkeit der möglichen Bewegungen und die Schönheit der Formen aufgeben wollte. (S. *Valentin's* Lehrbuch der Physiologie Bd. II. S. 119.)

A. Kopf.

Der Kopf (s. S. 342) ruht auf dem Halse (Atlas) so, dass er mit ihm einen doppelarmigen Hebel beschreibt, dessen hinterer kürzerer Arm das Hinterhaupt, der vordere längere Arm das Gesicht ist. Bei aufrechter Stellung und gerade nach vorn gerichtetem Gesichte trifft nach Gebr. *Weber* die Schwerlinie des Kopfes die Mitte zwischen den Gelenkflächen des Hinterhauptbeines und des Atlas. Wenn daher auch der Kopf auf dem ersten Halswirbel balancirt, so liegt doch sein Schwerpunkt sehr hoch, so dass er leicht nach vorn überstürtzte, wenn er nicht durch die Strecker sogleich zurückgehalten würde. Rücksichtlich der Bewegungen des Kopfes zeigt sich auch hier, dass sich die Kraft auf Kosten der Grösse der Bewegungsexcursion im Nachtheile befindet. — Der Kopf wird:

a) Vorwärts geneigt (flectirt), durch: die *mm. sternocleido-mastoidei*, *mm. recti capitis antici;* — *b)* rückwärts gezogen (gestreckt), durch: die *mm. cucullares*, *splenii capitis*, *biventres cervicis*, *complexi cervicis*, *trachelomastoidei*, *recti capitis postici*, *obliqui capitis superiores;* von allen diesen Muskeln müssen die beider Seiten zugleich wirken, wenn der Kopf gerade nach hinten gezogen werden soll; die einer Seite ziehen ihn nach ihrer Seite rückwärts; — *c)* seitwärts geneigt, durch: den *m. sternocleido-mastoideus*, *splenius capitis*, *trachelomastoideus*, *rectus capitis lateralis*, *obliquus capitis superior*; nach der Seite, auf welcher diese Muskeln wirken, neigt sich der Kopf; — *d)* seitwärts gedreht (zugleich mit dem Atlas), durch: den *m. splenius capitis*, *trachelomastoideus*, *obliquus capitis inferior* der einen und den *m. sternocleido-mastoideus* der andern Seite.

I. Am **Schädel** *(cranium)* kann die denselben bedeckende, zum Theil behaarte Haut nach vorn und hinten gezogen, geglättet oder gerunzelt werden.

a) Vorwärts gezogen wird die Kopfhaut von den *mm. frontales*, rückwärts von den *mm. occipitales.* — *b)* In Längenrunzeln wird die Haut über die *glabella* gelegt vom *m. corrugator supercilii*, die Stirnhaut in Querfalten vom *m. frontalis.* Glatt gezogen wird die Haut an der Stirne vom *m. occipitalis* und ihr oberer Theil auch vom *m. corrugator supercilii.*

II. Am **Gesichte** liegen Muskeln, welche grösstentheils auf die äussern Theile der Sinnesorgane oder diese selbst wirken und deren Functionen durch Erweiterung oder Eröffnung der zu ihnen führenden Oeffnungen unterstützen, oder durch Verschliessung und Verengerung derselben diese Organe beschützen. Ausser diesen Bewegungen drücken die Gesichtsmuskeln auch die Affecte und Leidenschaften aus, bewirken das Mienenspiel. Im Allgemeinen ziehen sich bei traurigen und schmerzlichen Affecten die Muskeln der Stirn-, Augen- und Mundgegend zusammen, bei fröhlichen dagegen die Wangenmuskeln *(mm. zygomatici*, *risorius*, *buccinator)*.

1) **Nase.** — *a)* Erweiterung der Nasenlöcher geschieht durch: den *m. levator labii superioris alaeque nasi* und *compressor nasi.* — *b)* Verengerung: durch den *m. depressor alae* und *septi mobilis nasi.*

2) **Auge.** — *a)* Die Augenlidspalte wird verengt oder geschlossen durch den *m. orbicularis palpebrarum*, geöffnet oder erweitert vom *m. levator palpebrae superioris.* — Die Fasern des *m. orbicularis*, welche zum *m. zygomaticus minor* und *levator labii superioris* treten, widerstehen etwas dem Aufwärtsziehen des untern Augenlides und können dieses herabziehen helfen. — *b)* Der Thränensack kann durch den *m. sacci lacrymalis* zusammengedrückt werden; zugleich taucht derselbe die Thränenpunkte in den Thränensee. — *c)* Der Augapfel wird durch die vier *mm. recti bulbi oculi* nach oben, unten, aussen und innen rückwärts gewälzt. Wirken sie alle zugleich, so wird er gerade zurück in die *orbita* gezogen. — Der *m. obliquus superior* rollt den Augapfel ein- und aufwärts, der *inferior* aus- und abwärts, beide *mm. obliqui* ziehen ihn schräg vor- und einwärts aus der *orbita* heraus.

3) **Mund.** — *a)* Die Mundspalte wird verengt, verkürzt und geschlossen vom *m. orbicularis oris.* — *b)* Die Oberlippe gehoben: vom *m. levator labii superioris alaeque nasi*, *levator labii superioris proprius*, *zygomaticus minor* und *depressor septi mobilis nasi.* — *c)* Der Mundwinkel gehoben: vom *m. levator anguli oris* und *zygomaticus major;* herabgezogen: vom *m. triangularis menti;* nach aussen gezogen: vom *m. buccinator.* — *d)* Die Unterlippe zieht herab: der *m. quadratus menti;* hinaufgeschoben wird sie

vom *m. levator menti.* — *e)* Die Lippen werden an das Zahnfleisch gedrückt: durch die *mm. incisivi Cowperi.*

4) Die **Backenhöhle** — wird vom *m. buccinator* verengt, wodurch die Speisen unter die Zähne gedrückt werden,

5) Das **Kinn** — kann durch den *m. levator menti* in die Höhe gezogen werden; der *m. transversalis menti* spannt die Haut desselben an.

6) **Aeusseres Ohr.** — Es kann durch den *m. attollens* in die Höhe, durch den *m. attrahens* vor- und durch die *mm. retrahentes* rückwärts gezogen werden. Die übrigen an und in ihm befindlichen kleinen Muskeln verändern theils die Gestalt des Ohrknorpels, theils beziehen sie sich auf die Bewegung des Trommelfells (s. Ohr).

7) **Unterkiefer** (s. S. 341): — *a)* wird herabgezogen durch den *m. digastricus maxillae inferioris, mylohyoideus* und *geniohyoideus;* etwas können hierbei auch noch die *mm. sternohyoidei* und *omohyoidei* thun, indem sie das Zungenbein herabziehen; — *b)* wird hinaufgezogen, wodurch die Zähne einander genähert werden: durch den *m. masseter, temporalis* und *pterygoideus internus* (Kaumuskeln); — *c)* seitwärts und vorwärts gezogen: vom *m. pterygoideus externus.*

8) **Zungenbein** (s. S. 342). — Mit ihm werden zugleich die Theile bewegt, welche dem *os hyoideum* anhängen, als Zunge, Pharynx und Kehlkopf.

a) Es wird nach oben gezogen; vorwärts vom vordern Bauche des *m. digastricus,* vom *m. mylohyoideus* und *geniohyoideus,* wobei der Unterkiefer fixirt sein muss; hinterwärts vom hintern Bauche des *m. digastricus* und *stylohyoideus;* — *b)* nach unten gezogen: durch den *m. sternohyoideus sternothyreoideus* und *thyreoideus.* Die *mm. omohyoidei* ziehen es zugleich mit nach hinten; wirkt nur einer von ihnen, so wird es nach einer Seite schräg herabgezogen.

9) **Zunge** (s. Bd. I. S. 207). — Sie kann mittels des *m. lingualis* ihre Form verändern und sich bewegen; sie kann sich verkürzen und verlängern, ausbreiten und zusammenziehen, sich hohl und flach machen u. s. w.

a) Nieder und zurückgezogen wird sie von den *mm. hyoglossi;* — *b)* vorwärts von den *mm. genioglossi;* — *c)* rück- und aufwärts von den *mm. styloglossi.*

10) **Weicher Gaumen.** — Wird *a)* rückwärts in die Höhe gezogen vom *m. levator palati mollis;* — *b)* ausgespannt vom *m. circumflexus palati mollis;* — *c)* das Zäpfchen wird verkürzt und gekrümmt vom *m. azygos uvulae;* — *d)* den weichen Gaumen zieht herab: der *m. glossopalatinus* und *pharyngopalatinus,* wodurch der Rachen verengert wird.

11) Der **Schlundkopf** — wird durch die drei *mm. constrictores pharyngis* verengert und vom *m. stylopharyngeus* in die Höhe gehoben und erweitert. Ausser diesen Muskeln bewegen ihn auch die des Zungenbeins.

12) **Kehlkopf** — wird vom *m. sternothyreoideus* abwärts und vom *hyothyreoideus* aufwärts bewegt; ausserdem folgt er auch den Bewegungen des Zungenbeins. Seine eigenen, nur auf seine Knorpel Bezug habenden Muskeln s. beim Kehlkopfe.

B. Rumpf.

I. Wirbelsäule (s. S. 343); wird:

a) Vorwärts bewegt, gebogen: 1) der Lendentheil bei fixirtem Becken, von den *mm. psoae majores* und *minores;* — 2) der Rücken-

theil durch die *mm. recti abdominis*, *pyramidales*, *obliqui externi* und *interni abdominis;* — 3) der Halstheil von den *mm. longi colli* und *scaleni.* — *b)* Rückwärts gebogen, gestreckt: 1) der Lenden- und Rückentheil von den *mm. sacrolumbares* und *longissimi dorsi;* — 2) der Halstheil von den *mm. splenii* und *transversales colli.* Ausserdem werden diese Muskeln unterstützt: von den *mm. spinales dorsi* und *cervicis*, *semispinales dorsi* und *cervicis*, *interspinales* und *multifidi spinae.* — *c)* Nach der Seite gebeugt: durch die *mm. intertransversarii* und den *m. multifidus spinae* einer Seite; am Lendentheile noch vom *m. quadratus lumborum;* am Halstheile vom *m. transversalis cervicis*, *cervicalis descendens*, *semispinalis* und *spinalis cervicis*, *scalenus medius* und *posticus;* am Brusttheile durch den *m. semispinalis* und *spinalis dorsi.* Alle diese Muskeln können nur auf der Seite in Action sein, nach welcher hin die Wirbelsäule gebogen wird. — *d)* Die Drehung (welche zwischen dem 8., 9., 10. und 11. Rückenwirbel am ansehnlichsten ist) geschieht: am Halse durch den *m. splenius colli*, *transversalis cervicis* und *cervicalis descendens* der andern Seite; am Brusttheile (denn der Lendentheil dreht sich nicht) durch den *m. multifidus spinae* der einen Seite und durch die *rotatores dorsi (Theile).*

II. **Brustkasten.** Werden die Knochen desselben nach oben und aussen bewegt, so wird die Brusthöhle erweitert, was bei der Inspiration geschieht; das Umgekehrte findet bei der Exspiration statt.

1) **Rippen** (s. S. 344): — *a)* Werden gehoben: von den *mm. intercostales* (sobald die 1. Rippe durch die *mm. scaleni* fixirt wird), *supracostales*, *levatores costarum*, *scaleni*, *serrati postici superiores.* Diese Muskeln wirken nebst dem Zwerchfelle bei der ruhigen Inspiration. — Bei dem tiefern Einathmen werden sie noch unterstützt: von den *mm. pectorales majores* und *minores*, *serrati antici majores*, *latissimi dorsi*, *subclavii* und *sternocleido-mastoidei.* Sollen diese Muskeln so wirken, dann müssen ihre Ansatzpunkte (Arme oder Kopf) festgestellt werden. — *b)* Werden herabgezogen: von den *mm. intercostales* (wenn die letzte Rippe durch den *m. quadratus lumborum* festgestellt wird), *serrati postici inferiores*, *quadrati lumborum*, *triangularis sterni*, den Bauchmuskeln und bei ganz tiefer Exspiration auch noch von den *mm. sacrolumbares* und *longissimi dorsi.* Für gewöhnlich erfolgt schon nach dem Nachlassen der Contraction der Inspirationsmuskeln die Exspiration durch den Druck der Atmosphäre auf den Brustkasten.

2) **Brustbein:** — *a)* wird in die Höhe gezogen: von der *pars sternalis* des *m. sternocleido-mastoideus*, und ist das Zungenbein fixirt vom *m. sternohyoideus;* — *b)* herabgezogen: von den *mm. recti abdominis.*

III. **Becken.** Es kann auf den Köpfen der feststehenden Oberschenkel nach vorn (Beugung), hinten (Streckung) und seitwärts bewegt, auch nach den Seiten gedreht werden.

a) Beugung nach vorn, geschieht von: den *mm. psoae majores*, *iliaci interni* und *pectinaei;* ihnen helfen hierbei die *mm. adductores longi* und *breves*, *graciles* und *sartorii.* — *b)* Streckung, bringen hervor: *mm. glutaei*, *semitendinosi*, *semimembranosi*, die langen Köpfe der *bicipites femoris* und die *adductores magni.* — *c)* Seitwärtsbewegung, erzeugen: *m. glutaeus medius* und *minimus* der einen Seite, und der *m. quadratus lumborum*, *obliquus abdominis externus* und *internus* der andern Seite. — *d)* Drehung, erfolgt durch Contraction des *m. glutaeus maximus*, *pyriformis*, *gemellus superior* und *inferior*, *quadratus femoris*, *obturator internus*, des obern Theiles des *m. adductor magnus* und des vordern Theiles des *m. iliacus internus* der einen Seite. Auf der andern Seite wirken dabei: der vordere Theil des *m. glutaeus medius*, der *m. obturator externus*, *pectinaeus* und die *mm. adductores.*

C. Obere Extremität.

I. **Schlüsselbein** (s. S. 345): — *a)* wird in die Höhe gehoben: vom *m. cucullaris* und der *pars clavicularis* des *sternocleido-mastoideus;* — *b)* abwärts gezogen: vom *m. subclavius*, der *portio clavicularis m. pectoralis majoris* und vom *deltoideus*, wenn nämlich der Oberarm fixirt ist.

II. **Schulterblatt** (s. S. 346): — wird gezogen *a)* aufwärts: vom *m. levator anguli scapulae* und dem obern Theile des *m. cucullaris;* — *b)* rückwärts vom *m. rhomboideus major* und *minor*, und dem mittlern Theile des *m. cucullaris;* — *c)* abwärts: von der unteren Portion des *m. cucullaris;* — *d)* vor- und abwärts, vom: *m. serratus anticus major, pectoralis minor* und *coracobrachialis.*

III. **Oberarm** (s. S. 346): — wird *a)* gehoben: vom *m. deltoideus* und *coracobrachialis;* — *b)* angezogen nach vorn: vom *m. pectoralis major;* nach hinten: vom *m. latissimus dorsi* und *teres major;* — *c)* gerollt, auswärts: durch den *m. supraspinatus*, *infraspinatus* und *teres minor;* — einwärts: vom *m. subscapularis* und *teres major.*

IV. **Vorderarm** (s. S. 348): — wird *a)* gebeugt vom *m. biceps* und *brachialis internus;* unterstützt werden diese Muskeln noch vom *m. supinator longus*, *pronator teres* und *flexor carpi radialis;* — *b)* ausgestreckt: vom *m. triceps* und *anconaeus quartus*, denen die *mm. extensores carpi* helfen.

V. **Hand** (s. S. 350): — *a)* Streckung derselben geschieht: durch den *m. extensor carpi radialis longus* und *brevis*, *extensor carpi ulnaris;* etwas trägt dazu auch der *m. extensor digitorum communis* bei. — *b)* **Beugung**: durch den *m. flexor carpi radialis* und *ulnaris*. *palmaris longus*, unterstützt von den *mm. flexores digitorum communes;* — *c)* adducirt, d. i. nach der Ulnarseite bewegt: vom *m. flexor* und *extensor carpi ulnaris;* — *d)* abducirt oder nach dem Radialrande hingezogen: vom *extensor carpi radialis longus* und *brevis* und *flexor carpi radialis;* — *e)* einwärts gedreht (Pronation): vom *m. pronator teres* und *quadratus;* — *f)* auswärts gewendet (Supination): durch den *m. supinator longus* und *brevis;* — *g)* hohl gemacht: durch die *mm. opponentes (pollicis* und *digiti minimi).*

VI. **Finger** (s. S. 353): — werden *a)* flectirt: von dem *m. flexor digitorum communis sublimis* und *profundus*, *m. flexor pollicis longus* und *brevis*, *flexor digiti minimi brevis*, und den *mm. lumbricales;* — *b)* extendirt: vom *m. extensor digitorum communis*, *extensor pollicis longus* und *brevis*, *extensor indicis* und *digiti minimi;* — *c)* adducirt: durch den *m. adductor pollicis longus* und die drei *mm. interossei interni;* — *d)* abducirt: vom *m. abductor pollicis longus* und *brevis*, *abductor digiti minimi* und von den vier *mm. interossei externi.*

D. Untere Extremität.

I. **Oberschenkel** (s. S. 353): — *a)* **Beugung** desselben geschieht: durch den *m. psoas major*, *iliacus internus* und *pectinaeus.* Diese Muskeln werden unterstützt in ihrer Wirkung von den *mm. adductores* und vom *rectus femoris.* — *b)* Streckung bewirken: *mm. glutaei;* helfen können dabei der *m. biceps femoris*, *semitendinosus* und *semimembranosus.* — *c)* Abduction: *m. glutaeus medius* und *minimus* und *pyriformis.* — *d)* Adduction: *mm. adductores* und *m. pectinaeus;* — *e)* auswärts gerollt wird er: vom *m. pyriformis*, *gemellus superior* und *inferior*, *obturator externus* und *internus*, *quadratus femoris;* ihnen stehen etwas bei der *m. psoas major*, *iliacus internus*, *pectinaeus* und die *mm. adductores;* — *f)* einwärts rollen ihn: der vordere Theil des *m. glutaeus medius* und der *m. tensor fasciae latae.* Wird zugleich der gestreckte Unterschenkel mit nach innen gedreht, dann wirken noch: der *m. sartorius*, *gracilis*, *semitendinosus* und *semimembranosus.*

Bei festgestelltem Unterschenkel wird der Oberschenkel auf diesem: *g)* nach vorn bewegt (beim Aufstehen vom Sitzen): durch die Extensoren des Unterschenkels, den *m. rectus femoris*, *cruralis*, *vastus externus* und *internus*; — *h)* nach hinten herabgezogen (beim Niedersetzen): vom *m. biceps*, *semitendinosus*, *semimembranosus*, *poplitaeus* und von den Köpfen des *m. gastrocnemius*.

II. **Unterschenkel** (s. S. 356): — *a)* Beugung: *m. biceps femoris*, *semitendinosus*, *semimembranosus* und *poplitaeus*. — *b)* Streckung: *m. rectus femoris*, *cruralis*, *vastus externus* und *internus*. — *c)* Adduction: *m. sartorius* und *gracilis*. — *d)* Drehung; nach aussen: *m. biceps*; nach innen: *m. sartorius*, *gracilis*, *semitendinosus* und *poplitaeus*.

Auf dem feststehenden Fusse wird der Unterschenkel: *e)* vorwärts herabgezogen: vom *m. tibialis anticus*, *peronaeus tertius*, *extensor hallucis* und *digitorum communis longus*; — *f)* hinterwärts herabgezogen: vom *m. soleus*, *tibialis posticus*, *peronaeus longus* und *brevis*, *flexor hallucis* und *digitor. commun. longus*.

III. **Fuss** (s. S. 358): — *a)* Beugung: *m. tibialis anticus* und *peronaeus tertius*; unterstützt vom *m. extensor hallucis* und *digitorum communis longus*. — *b)* Streckung: *m. gastrocnemius*, *soleus*, *tibialis posticus*, *peronaeus longus* und *brevis*; unterstützt noch vom *m. flexor hallucis* und *digitorum communis longus*. — *c)* Adduction: *m. tibialis anticus* und *posticus*. — *d)* Abduction: *m. peronaeus tertius*, *longus* und *brevis*. — *e)* Hohl gemacht durch den *m. transversalis pedis*.

IV. **Zehen** (s. S. 359): — *a)* Beugung: *m. flexor hallucis longus* und *brevis*, *flexor digitorum pedis communis longus* und *brevis*, *caro quadrata Sylvii*, *mm. lumbricales* und *m. flexor. digiti minimi*. — *b)* Streckung: *m. extensor hallucis longus* und *brevis*. — *c)* Adduction: *m. adductor hallucis* und drei *mm. interossei interni*. — *d)* Abduction: *m. abductor hallucis* und *digiti minimi*, vier *mm. interossei externi*.

Zusammengesetzte willkührliche Bewegungen.

Hierunter sind alle Verbindungen von Bewegungen zu bestimmten Gruppen unter Mitwirkung des Seelenorgans zu verstehen. Es gehören hierher: 1) die gleichzeitigen Reihen der willkührlichen Bewegungen nach mehreren Reihen von Vorstellungen (z. B. das gleichzeitige Clavierspielen und Singen); — 2) die Associationen der Bewegungen und der Vorstellungen mit den Bewegungen; — 3) die instinctartigen Bewegungen; — 4) die coordinirten Bewegungen bei der Ortsveränderung.

A. Von den Ortsbewegungen.

Hierunter versteht man in der Physiologie diejenige Lebensäusserung, welche sich auf das dem thierischen Körper im Leben verliehene eigene Vermögen gründet, nach innerer Bestimmung (willkührlich) die Stelle, welche derselbe als Körper im Raume einnimmt, mit einer andern zu wechseln. — Das Wesentliche der Ortsbewegungen bei fast allen Thieren und bei den verschiedensten Formen der Ortsveränderung durch Schwimmen, Kriechen, Gehen, Fliegen, besteht (nach *Müller*) darin, dass Theile ihres Körpers Bogen bilden, deren Schenkel gegen einen fixen Punkt gestreckt werden. Bald werden diese Bogen durch den wurmförmigen Körper selbst gebildet, wie beim Kriechen und Schwimmen, bald wird das Strecken und Beugen durch Nähern und Entfernen zweier Schenkel eines Winkels ersetzt, wo dann auch wieder der eine dieser Schenkel an seinem Ende durch den Widerstand, den

er an festen oder flüssigen Körpern findet, den fixen Punkt bildet, von welchem aus durch Streckung der Schenkel des Winkels oder Oeffnen desselben die übrigen Theile vorwärts gebracht werden. Hierauf reducirt sich die Bewegung der Thiere mit Gliedern, seien es Flossen, oder Flügel, oder Beine, im Wasser, in der Luft und auf der Erde. Die Gesetze des Hebels (s. S. 215) kommen hierbei mit in Betracht. — Der **Mensch** kann sich nur in 2 Medien, auf der **Erde** und im **Wasser**, bewegen, und er bewerkstelligt seine Fortbewegung mittels der **Extremitäten**. Auf der Erde dienen seine untern Gliedmaassen allein dazu; im Wasser werden sowohl die obern, wie untern gebraucht.

1) **Gehen und Laufen.** — Beim Gange wird der Körper durch seine Kraft getragen und fortbewegt, und das Eigenthümliche dieser Bewegung liegt darin, dass der Körper abwechselnd durch die eine auf den Boden gestützte Extremität getragen wird, während ihn die andere projicirt. Das Mittel, durch welches diese Bewegungen ausgeführt werden, ist die Streckung zweier in entgegengesetzter Richtung gebogener Gelenke, namentlich des Fuss- und Kniegelenks. Hierdurch wird die Projection des Schwerpunktes ausgeführt, während die zweite Extremität die Last gegen das Ende dieser Projection trägt. Beide Füsse wechseln im Tragen und Bewegen der Last ab. Wichtig hierbei ist folgende Entdeckung *E. Webers:*

das *caput ossis femoris*, welches, wie die mit weichen Theilen ausgekleidete Pfanne, Abschnitte vollkommener Kugeln bildet (weshalb sich beide, auch bei den Bewegungen des einen oder des andern Theiles, in der ganzen Fläche immer so berühren, dass keine leeren Zwischenräume zwischen ihnen bleiben), wird in der luftdicht schliessenden schlüpfrigen Pfanne grossentheils durch den Druck der atmosphärischen Luft zurückgehalten, und so wird es dem Fusse leicht, ohne grosse Muskelanstrengung, durch blosse Schwerkraft, wie ein Pendel vor- u. rückwärts zu schwingen. Die Pendelschwingungen sind aber beim Gehen von grosser Wichtigkeit; ihre Dauer hängt von der Länge des Beines ab; je kürzer dasselbe ist, desto geschwinder, je länger, desto langsamer erfolgen sie; ihre Zahl ist bei demselben Menschen in einer gewissen Zeit immer dieselbe.

Beim Gehen kommen vorzüglich 2 Zustände in Betracht, nämlich der des **Auftretens** und des **Schwingens** des Beines. — *a)* **Beim Aufstehen auf dem Boden** wird das Bein anfangs, nachdem es aufgesetzt worden war, etwas gebogen und dadurch verkürzt, dann gestreckt und dadurch verlängert. Diese Verlängerung geschieht zuerst durch Streckung des Kniegelenks, dann durch allmälige Streckung des Fusses, wobei es sich von hinten nach vorn um seine untern Endpunkte dreht, so dass sich die Fusssohle auf ähnliche Weise vom Boden abwickelt, wie ein fortrollendes Rad. Diese Abwickelung besteht natürlich nicht in einem Aufheben des abgewickelten Theiles, sondern blos in einer successiven Versetzung der Stelle des Stemmens gegen den Boden von der Ferse zur Spitze. Sobald das Bein hinter die durch den Schenkelkopf gehende Verticallinie gekommen ist, kann es den Rumpf vorwärts schieben. — *b)* **Während das Bein frei am Rumpfe hängt**, folgt es nicht nur diesem, sondern schwingt durch seine eigene Schwere von hinten nach vorn, wobei es, um nicht auf den Boden aufzustossen, im Kniee gebogen wird. Kommt der Zeitpunkt, wo es wieder auf den Boden aufgesetzt werden soll, so streckt es sich. Dieses Bein schwingt wenigstens so weit, dass sein Fuss senkrecht unter seinen Schenkelkopf gelangt, um den Rumpf tragen zu können, doch kann es auch erst später aufgesetzt werden, wenn es weiter vorgeschwungen ist. Bei dem ganz langsamen Gehen kann es sogar erst wieder ein Stück zurückschwingen, bevor es auf den Boden gesetzt wird. — Diese beiden Zustände (des Auftretens und Schwingens) wechseln zwischen beiden Beinen nicht so mit einander ab, dass der eine in dem Augenblicke seinen Anfang nimmt, wo der andere endigt, sondern es gibt eine Zeit, in welcher beide Beine mit dem Erdboden in Berührung sind. Dieser Zeitpunkt, welcher desto kleiner wird, je schneller man geht, tritt ein, wenn das vordere Bein auf dem Fussboden aufgesetzt wird, und endigt, wenn das hintere Bein denselben verlässt; während desselben hebt sich letzteres auf die Zehen.

Es ist nun der **Mechanismus des Gehens** folgender. Aus dem Stehen hebt der Gang damit an, dass der Schwerpunkt des Körpers auf den 1sten vorwärts gestellten und etwas im Knie gebogenen Fuss verlegt wird (mittels Ueberbiegen des Oberkörpers und Vorschieben des Körpers durch den hintern Fuss), welcher sich mit seiner Sohle durch Streckung des Knie- und Fussgelenks von hinten nach vorn vom Boden loswickelt, während der 2te hintere, durch Beugung seiner Gelenke etwas verkürzte Fuss vorwärts schwingt und, sich streckend, auf dem Boden aufgesetzt wird, indem der nun hinter die durch seinen Schenkelkopf gehende Verticallinie gekommene 1ste Fuss den Körper vorwärts schiebt und den Schwerpunkt auf den jetzt stehenden 2ten verlegt, worauf sich dieser vom Boden loswickelt und jener schwingt u. s. f. Es wechseln also beide Beine in der Function, den Rumpf zu tragen, ab, und der Moment, wo die Extremität trägt, geht alsobald in denjenigen über, wo sie durch Erhebung der Ferse den Rumpf zugleich projicirt. Im Momente, wo die Projectionsbewegung von dem hintern Fusse *A* vollführt ist, stützt sich der Körper auf dem Beine *B*, aber diese stützende Extremität rückt während der Projectionsbewegung des Körpers in eine schiefe Richtung, um, während das Bein *A* die Pendelschwingung nach vorwärts zum neuen Schritte macht, sich durch Abwickeln der Fusssohle vom Boden zu verlängern und dem Körper einen neuen Impuls zu geben. Die in der Schwingung nach vorwärts befindliche Extremität *A* wird nun die stützende u. s. f. — Das Vorwärtssenken des Körpers von dem hinterwärts fixirtem Fusse auf den vordern ausgestreckten geschieht grossentheils ohne alle Muskelaction, nur durch Nachlassen der Wirkung derjenigen Muskeln, welche das Becken fixirten, indem nun schon allein durch den vorgestreckten Fuss der Schwerpunkt des Körpers vorwärts über den hintern Fuss hinausgerückt wird. Aber auch zur Erhaltung des Gleichgewichts ist nur wenig Muskelkraft nöthig, da man beim Gehen den Rumpf auf dem Schenkelkopfe mehr balancirt, als durch Muskeln *(mm. glutaei* und *psoas*, *iliacus internus)* fixirt. Es ist die Körperbewegung mehr ein Fallen, welches aber durch den vorgestemmten Fuss unterbrochen wird und wieder ins Stehen übergeht. Hierbei passt man die Bewegung der Beine der Neigung des Rumpfes an; je mehr derselbe vorwärts geneigt ist, desto geschwinder, je weniger, desto langsamer geht man. Beim **geschwinden Gehen** kommt Folgendes zusammen: eine grössere Neigung des Rumpfes — ein kleiner Zeitraum, wo beide Beine den Fussboden berühren — Grösse und Geschwindigkeit der Schritte. Die Grundbedingung zu allen diesen Wirkungen liegt in der Höhe, in welcher man die beiden Schenkelköpfe über dem Fussboden hinträgt. Je höher diese getragen werden, desto langsamer ist der Gang, weil das Bein in dem Augenblicke, wo es senkrecht auf dem Boden aufsteht, nur wenig verkürzt und nachher, wenn es stemmt, auch nur wenig verlängert werden kann; die Schritte sind dann kleiner, langsamer und der Körper weniger vorwärts geneigt.

Am Rumpfe bemerken wir beim Gehen eine **3fache Bewegung**: 1) eine **abwechselnd rechts und links gehende**, wegen der Uebertragung des Schwerpunktes von einem Fusse auf den andern; 2) eine mit der vorigen verbundene **Drehung nach rechts und links**, die aber fehlerhaft ist; und 3) ein **abwechselndes Heben und Senken**, wegen der mit jedem Auftreten des Fusses erfolgenden kleinen Senkung. Von diesen Bewegungen hängt der charakteristische Gang eines Menschen ab; sind sie wenig vorhanden, d. i. **steifer Gang**; nur im mässigen Grade bei kleinen Schritten, d. i. **bedachtsamer, schleichender Gang**; ist die 1ste Bewegung stark (beim Tragen von Lasten), dann **wackelnder Gang**; ist die 2te hervortretend, dann **schwänzelnder Gang**; die 3te, dann **wogender, schwerfälliger Gang**.

Die **Schwingungen der Arme** geschehen immer in entgegengesetzter Richtung von den Schwingungen der Beine. Das stemmende Bein ertheilt dem Rumpfe einen Impuls, dessen Folge das Vorfallen des entgegengesetzten Beines und des mit dem stemmenden Beine gleichnamigen Armes

ist, während der andere Arm in der Rückwärtsschwingung ist. Diese Vertheilung der Schwingungen trägt zur Erhaltung einer guten Haltung und des Gleichgewichts nicht wenig bei. So fällt nämlich auf jeder Seite gleichzeitig ein Glied vor und es werden dadurch die Fehler corrigirt, welche in der Bewegung des Rumpfes durch die Vorwärtsschwingung des Beines entstehen können.

Beim Laufen berührt nur immer ein Bein den Boden, während beim Gehen ein Zeitpunkt existirte, wo beide Beine auf dem Boden standen, beim schnellern Laufen tritt sogar ein Zeitpunkt ein, wo der Körper weder von dem einen, noch von dem andern Beine getragen wird und eine kurze Zeit vermöge einer ihm ertheilten Wurfbewegung in der Luft schwebt. Uebrigens geschehen die Muskelbewegungen in derselben Ordnung wie beim Gehen, nur folgen die Streckungen schneller den Beugungen der untern Extremitäten. Der Stamm ist stärker nach vorn gebeugt und die Arme nach hinten gerichtet oder vom Körper entfernt, um das Gleichgewicht besser zu erhalten. (Siehe das Ausführlichere hierüber in: *E.* und *H. Weber's* Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge.)

Das Gehen auf 2 Krücken bei blosser Brauchbarkeit eines Beines kommt dadurch zu Stande, dass der Körper unter beiden Achselhöhlen unterstützt wird und, indem sich die dienende untere Extremität beugt, eine Schwingung nach vorn macht. Er verhält sich hierbei wie ein Pendel, dessen Drehungsachse von dem Unterstützungspunkte der einen Achselhöhle zu dem der andern läuft. Im nächsten Momente werden dann die Krücken durch die Vorwärtsbewegung der Arme im Schultergelenke nach vorn gestellt, um das vorgeschrittene Bein zu überholen und von neuem als Stützen dienen zu können. Beim Gehen an einer Krücke hüpft der Körper in einem Bogen um diese Stütze herum, oder die letztere sucht, so gut es geht, die mangelnde Extremität zu ersetzen. — Beim Gehen auf einem Stelzfusse müssen die Vortheile, welche das Kniegelenk des gesunden Menschen beim Ausschreiten darbietet, anderweitig compensirt werden. Die Stelze begibt sich nicht mit dem an ihr befestigten Beintheile gerade von hinten nach vorn, sondern beschreibt einen Halbkegel, dessen Spitze in der Drehungsachse des Hüftgelenks ist und dessen Basalbogen von hinten und innen nach vorn und aussen und dann nach vorn und innen geht. Hierbei werden natürlich die Oberschenkelmuskeln weit mehr angestrengt, als beim natürlichen Gehen. Um diesen Uebelstand zu compensiren, macht man die Stelze etwas kürzer als das gesunde Bein ist, wenn dieses den Rumpf unterstützt; der Kegelraum wird dadurch kleiner; der Rumpf erhält zwar beim Stehen eine schiefe Neigung, allein dieser Nachtheil wird durch die möglich gewordene geringere Ermüdung compensirt. — Bei einem künstlichen Fusse, der im Fussgelenke steif ist, muss die Sohle schief nach oben und vorn gestellt werden, um das hindernde Anstossen derselben bei der grössten Streckung zu vermeiden und so gewissermaassen das natürliche Abwickeln des Fusses nachzuahmen. *(Valentin.)*

2) **Sprung.** — Es ist eine Ortsbewegung, die durch gänzliche Erhebung vom Boden sich auszeichnet; hierbei hat der Körper also auf einige Zeit gar keine Stütze des Schwerpunktes, auf welcher seine Last ruht. Es geschieht (indem der Körper auf der ganzen Fusssohle oder auf den Zehen ruht) durch schnelle Streckung der gebogenen Gelenke der untern Extremitäten (des Hüft-, Knie- und Fussgelenkes), besonders der Kniegelenke; der Körper ist immer gegen den Oberschenkel vorher geneigt. Wird die Streckung ohne grosse Anstrengung bewirkt, so entsteht das sogenannte Hüpfen.

Eine gleichzeitige Streckung aller 3, in entgegengesetzter Richtung gebogener Gelenke, des Hüft-, Knie- und Fussgelenkes, ist nöthig zu einer kräftigen Bewegung, die den Körper vom Boden bedeutend zu erheben vermag. Wäre kein Widerstand vorhanden, so würde die Streckung eine Verlängerung des Körpers an beiden entgegengesetzten Enden hervorbringen (wie beim Schwimmen). Der Boden ist die Ursache, dass, indem der Impuls dem Schwerpunkte des Körpers mitgetheilt wird, dieser eine Wurfbewegung in der mittlern Richtung der sich streckenden Gelenke beschreibt.

3) **Schwimmen.** — Wir verstehen hierunter die Fertigkeit, durch gewisse Muskelbewegungen, namentlich mit Händen und Füssen, den Körper im Wasser mit dem mindesten Kraftaufwande so weit zu erheben, dass das Athmen in einer nicht unbequemen Stellung erhalten wird und auch wohl dem Körper noch ein Theil seiner Glieder (wie der Arme) frei bleibt. Das Hauptmoment der Bewegung ist, dass ein gebildeter Bogen, indem er sich streckt, das Wasser drückt. Die Bewegungen der untern Extremitäten sind hier so ziemlich dieselben wie beim Springen, Hals und Kopf ist gestreckt

und die abducirten und supinirten Arme in abwechselnder Vorwärts- und Rückwärtsbewegung begriffen.

Zur Erhaltung auf der Oberfläche des Wassers ist bei dem geübten Schwimmer ausser dem Einathmen nur eine geringe Bewegung nöthig: er wird getragen so lange als seine ausgedehnten Lungen ihn leichter machen als das Wasser. (Denn sobald er ausathmet wird er schwerer und sinkt unter.) Würden wir die Brust immer von Luft ausgedehnt erhalten können, so würden wir auch ohne alle Bewegung nicht untergehen. So aber müssen wir das beim Ausathmen regelmässig erfolgende Sinken durch Bewegungen, durch Stossen gegen das Wasser nach unten, corrigiren.

4) **Klettern.** — Es besteht in abwechselndem Emporziehen und Krümmen, und dann Wiederaufrichten des vorher gebogenen Körpers, wo dann für ersteres die obern Extremitäten, für letzteres die untern die Halt- und Stützpunkte darbieten. Die innern Fussränder, Knie und Schenkel klammern sich mittels der *mm. tibiales, adductores cruris* und *femoris* fest und die Hand erfasst einen oberhalb des Körpers gelegenen Gegenstand, worauf durch die Beuger der Hand und des Vorderarms der Arm verkürzt wird und der Rumpf durch den *m. pectoralis major* und *minor, serratus anticus major, rhomboideus, cucullaris* und *latissimus dorsi* aufwärts gezogen wird. Zugleich schieben die Rückgratlisstrecker den gekrümmten Rumpf in die Höhe, was noch durch die Verlängerung der Füsse mittels der Streckung ihrer Gelenke unterstützt wird.

5) Beim **Kriechen** werden, wie beim Klettern, die vordern Extremitäten als keine blos secundären Hülfsmittel, sondern momentan als wahre Hypomochlien des ganzen Körpers gebraucht, so dass der Gang mehr oder weniger an den der Vierfüssler erinnert. Beim Kriechen gebraucht man abwechselnd den einen Arm und das andere Bein als Unterstützungswerkzeuge, während sich der 2. Arm und das 2. Bein biegen und nach vorn begeben, um bald darauf als Unterlage des Körpers zu dienen. Da es hierbei zu keinen vollkommenen Streckungen kommen kann, so erfordert diese Gangweise mehr Zeit und ist mit grösserer Muskelanstrengung verbunden.

B. Von verschiedenen Stellungen des Körpers.

1) **Stehen.** — Im Stehen ruht die ganze Körperlast auf den Fusssohlen, welche wegen ihrer ausgeschweiften Form den Boden nur mit der Ferse, den vordern Enden der Mittelfussknochen (vorzüglich mit dem Ballen der grossen Zehe) und dem äussern Rande des Fusses berühren, wobei die Zehen sich selbst überlassen bleiben und auf dem Boden ihrer natürlichen Stellung gemäss aufliegen. Wird der Schwerpunkt aber durch Vorwärtsbiegen des Körpers auf die Zehen verlegt, so werden diese fixirt und die Ferse dadurch beweglicher gemacht. Beim längern Stehen wird die Wölbung des Fusses etwas herabgedrückt und derselbe dadurch etwas breiter, so dass die Berührungsstellen auf dem Boden vergrössert werden, was aber der *m. transversalis pedis, adductor hallucis* und die *mm. interossei* zu verhindern suchen. — Beide untere Extremitäten bilden beim Stehen Stützen, auf denen die Last des überliegenden Rumpfes ruht, und es kommt darauf an, dass der Schwerpunkt des Rumpfes senkrecht über den Stützen steht. Da nun aber dieser Schwerpunkt des Rumpfes beim Stehen sehr hoch liegt (fast in der Höhe des *processus xiphoideus*), so wird es für die bequeme Ausführung des Stehens besonders nöthig, dass der vom Schwerpunkte gefällte Perpendikel gerade auf die Queraxe beider Schenkelköpfe, als den Stützpunkt fällt. Denn in diesem Falle bedarf es keiner besondern Anstrengung der Muskeln zwichen dem Rumpfe und den Stützen, um ein Ueberneigen des Schwerpunktes nach vorn oder nach hinten zu verhindern.

Der Unterschenkel steht auf dem Fusse senkrecht auf und wird im Gleichgewichte gehalten von den Beugern des Fusses (*m. tibialis anticus, peronaeus tertius, extensor hallucis* und *digitorum communis longus*) und ihren

Antagonisten, den Streckern desselben (*m. soleus, gastrocnemius, tibialis posticus, peronaeus longus* und *brevis*). — Der **Oberschenkel** wird auf dem Unterschenkel feststehend erhalten: von den Beugern (*m. biceps femoris, semitendinosus* und *semimembranosus*) und Streckern des Unterschenkels (*m. rectus femoris, cruralis, vastus externus* und *internus*). — Das **Becken** fixiren beim Stehen die Beuger (*m. psoas major* und *iliacus internus*), Roller (*pyriformis, obturatores, gemelli* und *quadratus femoris*) und Strecker des Oberschenkels (*mm. glutaei*). — Das **Gleichgewicht des Kopfes und der Wirbelsäule** wird durch die gemeinschaftliche Wirkung der Flexoren und Extensoren dieser Theile erhalten. Ist der Körper vorwärts geneigt, so sind die Extensoren, bei hinterwärts geneigtem Körper die Flexoren in stärkerer Action. — Beim Stehen auf einem Fusse balanciren die *mm. glutaei* und *adductores* das Becken und verhüten den Fall zur Seite.

Diese verschiedenen Muskelgruppen, welche bei der aufrechten Stellung in Wirksamkeit treten, entwickeln sich beim Kinde von oben nach unten. Zuerst lernt es den Kopf auf der Wirbelsäule tragen und diese selbst gehörig stützen; dann folgt die Stützung des Rumpfes auf dem Becken, indem es sitzen lernt; erst weiterhin gewinnen die einzelnen Abtheilungen der untern Extremitäten die nöthige Kraft, sich unter einander zu stützen und zuletzt auch noch den ganzen Rumpf zu tragen.

Beim Stehen auf beiden Füssen fällt der Schwerpunkt zwischen die Füsse und es wird daher sicherer, wenn diese etwas von einander entfernt werden, der eine Fuss dabei vorwärts gesetzt und die Fussspitze etwas auswärts gedreht wird. Beträgt der Winkel aber, unter welchem die Füsse auswärts gestellt werden, mehr als 45°, so wird das Stehen unsicher; erleichtert wird es durch mässiges Biegen des Knie- und Schenkelgelenks, oder durch Verlegen der Körperlast abwechselnd bald auf den einen, bald auf den andern Fuss, oder durch Lehnen an feste Gegenstände und Aufstemmen der Arme, wodurch den Fussmuskeln ein Theil der Körperlast abgenommen wird. — Beim **Zückeln** ruht der Schwerpunkt nur auf den vordern Enden der Metatarsusknochen und auf den Zehen, während die Ferse in die Höhe gezogen und dem Körper dadurch eine Verlängerung von 3—4″ zu Theil wird. Durch Balanciren des Körpers kann er auf einige Zeit auch nur auf die Zehen oder auf die Ferse gestellt werden.

2) **Sitzen.** — Hierbei ruht die **Körperlast auf dem Becken** (Sitzknorren), welches an seiner hintern Fläche ein Polster (Gesäss) zu diesem Zwecke hat, während die gebogenen Oberschenkel mit ihren hintern Muskeln auf der als Sitz gewählten Fläche ruhen und die Unterschenkel entweder auf horizontaler Fläche gerade ausgestreckt (beim Sitzen auf platter Erde) oder seitwärts und einwärts eingebogen, über das Kreuz gelegt sind, oder in die Höhe gehoben werden, so dass die Fersen an das Gesäss gezogen (wie beim Sitzen Wilder), oder abwärts gerichtet sind (beim Sitzen auf erhöhtem Sitze). — Da beim Sitzen die Fussmuskeln sich rein passiv verhalten und nur die Rückenmuskeln in derselben Thätigkeit wie beim Stehen bleiben, so ist diese Körperstellung eine zum Ausruhen taugliche. — Das **Niedersetzen** aus dem Stehen wird ganz passiv bewirkt, durch Nachlass der Muskeln, die vorher beim Stehen thätig waren; der Oberkörper wird zur Erhaltung des Gleichgewichts vorwärts gebogen und der Oberschenkel auf dem feststehenden Unterschenkel hinterwärts herabgezogen, durch: *m. biceps, semitendinosus, semimembranosus, poplitaeus* und *gastrocnemius*. — Beim **Niederkauern** bleibt der Plattfuss, wie beim Stehen, der Stützpunkt des Körpers, und durch Vorwärtsbiegen des Oberkörpers und Hinterwärtsrichten des Beckens wird der Schwerpunkt innerhalb des vom Plattfusse eingenommenen Raumes erhalten.

3) **Knieen.** — Dies geschieht durch Beugung im Kniegelenke mit aufrechter Stellung des Körpers. Wird der Unterschenkel hier gegen den Oberschenkel blos in einen Winkel gestellt, die Last des Körpers aber noch

vom Plattfusse und Unterschenkel getragen; so nennt man dies eine **Kniebeugung**, wobei sich der Körper senkt. Bei grösserer Beugung des Knies, während des Körper aber den Stützpunkt auf den Füssen behält, geht diese Bewegung in die des **Niederkauerns** über, wobei die Beugung des Rumpfes gegen die Schenkel, um den Schwerpunkt nicht zu verlieren, eine nothwendige Bedingung ist. Wird diese Beugung des Körpers hierbei unterlassen, so stürzt dieser, unter fortgesetzter Beugung der Kniee, auf dieselben, d. i. **Kiefall**. Gewöhnlich läst man sich aber auf die Kniee oder auf ein Knie nieder, indem während des Niedersenkens (durch Kniebeugung) ein Theil der Körperlast, durch Anstemmen oder Anhalten mittels der Hände an einem festen Gegenstande, den Füssen abgenommen wird oder der eine Fuss bleibt, während der andere rückwärts gezogen ist, auf dem Boden stehen und der Schwerpunkt bleibt so lange ihm zugetheilt, bis unter Senkung des Körpers das Kniegelenk im ersten Fusse so weit gebogen ist, dass das Knie des andern die Erde berührt, worauf dann der Schwerpunkt auf dieses verlegt wird und der andere Fuss ebenfalls zum Knieen rückwärts gezogen werden kann. — Beim **Knieen** ruht der Körper auf der untern Fläche der Condylen des Oberschenkels, auf einem Theile der Vorderfläche des Unterschenkels und des Fussrückens. Es ist anstrengender und unbequemer als das Stehen, weil der Körper hier auf einer schmälern Fläche ruht und die Haut keine musculöse Unterlage hat. — Das **Wiederaufrichten** vom Knieen erfolgt eben so wie das Niederlassen auf die Kniee, indem der Knieende entweder einen festen Gegenstand mit den Händen fasst und den Rumpf aufzieht, oder indem der eine Fuss gehoben und mit der Sohle auf dem Boden aufgestemmt und dadurch fähig wird, dem andern Fusse den Schwerpunkt des Körpers abzunehmen. Durch die Streckmuskeln des Ober- und Unterschenkels wird er dann aufgerichtet und unter Hebung des ganzen Körpers der zweite Fuss ebenfalls mit in die Höhe gezogen.

4) **Reiten.** — Es ist eine Modification des Sitzens, wobei die herabhängenden Schenkel seitwärts ausgebreitet sind und mittels der Adductoren des Ober- und Unterschenkels an den zwischen ihnen befindlichen Körper angedrückt werden.

Muskelsystem der Thiere.

Die Bewegungen der Thiere werden, wie die der Menschen, ebenfalls durch contractile Fasern, willkührliche und unwillkührliche (animalische und organische) Muskelfasern, bewerkstelligt. Nur herrschen bei den niedern Thieren die glatten Muskeln (s. S. 244) vor, und es erscheint hier die langsam reizbare Substanz als ein weiches, homogenes, zelliges Gewebe. Es scheint die Contractilität der thierischen Muskelfaser im Zusammenhange mit der Ausdehnung der Respiration zu stehen; sie ist schwach in den Strahl- und Weichthieren, wo die Respiration gering ist, energischer bei den Gliederthieren, wo die Respiration grösser und gewöhnlich Luftathmung ist, minder kräftig bei den unvollkommenen luftathmenden Reptilien, als bei den Vögeln, wo die Luft selbst die Knochen durchdringt. — Bei den **Wirbelthieren** ist das Muskelsystem an der äussern Seite des Skelets angebracht, seine faserige Structur ist hier am offenbarsten und reizbarsten; und seine abgesonderten Muskel und Bündel sind ganz deutlich und bestimmt, während bei den **Wirbellosen** das Muskelsystem immer weicher, blässer und undeutlicher wird. Die Muskeln der Vertebraten haben im Allgemeinen (mit Ausnahme der Fische) eine rothe Farbe und stehen meistentheils durch sehnige Verlängerungen mit den Knochen in Verbindung.

Säugethiere. Das Muskelsystem der Säugethiere ist sehr verschieden, besonders in Bezug auf die Muskeln der Extremitäten, nach der Mannichfaltigkeit der Formen und Gewohnheiten dieser Thiere; überall richtet sich die Musculatur bei den einzelnen Ordnungen nach der Bildung des Skelets und der ganzen Oeconomie des Thieres. In der Mehrzahl der Fälle, besonders in den höhern Ordnungen, lassen sich die Muskeln auf den menschlichen Typus reduciren; doch besitzen von den die Haut runzelnden Muskeln *(mm. frontales, occipitales, platysmamyoides, palmaris brevis)* die Säugethiere con-

stant mehrere (noch Gesichts-, Schulter- und Bauchhautmuskeln). Manchmal fliessen die Hautmuskeln mehr oder weniger zusammen, und bilden (besonders bei den Thieren, die sich zusammenkugeln können, wie beim Igel, Stachelschwein) einen sehr grossen, dicken, den ganzen Rücken, die Seiten und einen Theil der Extremitäten, wie eine Kappe, überziehenden Muskel *(panniculus carnosus)*. Bei den Säugethieren kommt ohne Ausnahme, wie beim Menschen, ein vollständiges Zwerchfell vor, was bei den übrigen Wirbelthieren fehlt oder nur unvollkommen entwickelt ist. Bisweilen besitzt es Zwerchfellsknöchelchen (beim Kamele, Igel). — Die **Musculatur der Affen** zeigt viel Abweichungen von der des Menschen. So fehlen, da die Beweglichkeit der Finger, besonders des Daumens, weit beschränkter ist, mehrere eigene Fingermuskeln *(m. flexor pollicis brevis* und *longus*, *extensor pollicis* und *indicis)*. Dagegen ist der Fuss des Affen in Bezug auf Muskelbewegung der Hand ähnlicher (es findet sich hier ein *abductor longus hallucis* und *digiti minimi* und die *mm. interossei* sind denen der menschlichen Hand ähnlich eingerichtet). Gewisse Anordnungen in der Musculatur des Affen zeigen auch, dass derselbe nicht zum aufrechten Gange bestimmt ist; das Schulterblatt hat stärkere Muskeln und einen eigenen Vorwärtszieher; die Nacken- und Bauchmuskeln sind kräftiger; der *m. latissimus dorsi* schickt einen besondern Muskelbauch an das Olecranon; im Gesicht hat der Affe nur ein Paar starke Muskelmassen, welche den Mund umgeben (zum Zähnefletschen); die geschwänzten Affen haben (besonders die mit Greifschwänzen) nicht unbedeutende Schwanzmuskeln. — Bei den **Fledermäusen**, wo die vordern Extremitäten zum Fluge dienen, ist, wie bei den Vögeln, der grosse Brustmuskel sehr entwickelt, und für die vordere Flughaut *(patagium)* existirt ein eigener Hautmuskel als Spanner. — Bei den **Fleischfressern** sind die Kaumuskeln sehr entwickelt; die Rücken- und Nackenmuskeln sind sehr stark bei solchen Thieren, welche grosse Köpfe (mit Hörnern u. s. w.) zu tragen haben. Bei den Schnellläufern sind besonders die Streckmuskeln der Extremitäten im Gegensatze zu den Beugern entwickelt. Einfacher ist das Muskelsystem bei den **Cetaceen**, wegen der mangelhaften Entwickelung der Extremitäten; hier ist der Bau des Skelets und der Muskeln fischähnlicher, die Schwanzmusculatur ist sehr stark.

Vögel. Die Muskeln der Vögel, welche im Allgemeinen nicht viel Verschiedenheiten zeigen, sind entweder hochroth und derb (bei den Raubvögeln), oder blässer, weich und fetthaltiger (bei den pflanzenfressenden, langsamer fliegenden Vögeln). Die mechanische Anordnung und Lagerung der Muskeln ist dem Flugbedürfnisse angepasst; die Muskelbäuche sind kurz und dick, am Rumpfe concentrirt, die Sehnen lang, dünn und häufig verknöchert (besonders an den hintern Extremitäten). Sehr entwickelt sind die Hautmuskeln (vorzüglich am Halse und Kopfe); ausserdem existiren noch eigene Hautfedermuskeln, welche von den Hautmuskeln zur Scheide des Spulentheiles jeder Contourfeder gehen und die Feder nach allen Richtungen hin bewegen können. Gesichtsmuskeln finden sich nicht, da das Vogelgesicht grösstentheils mit hornigen Theilen bedeckt ist. Hals- und Nackenmuskeln sind kräftig entwickelt, ebenso die Schwanzmuskeln. Das Zwerchfell, welches beim Strauss noch am meisten ausgebildet ist, wird nur durch einzelne kleine Muskelpartieen dargestellt, die in eine dünne Sehnenhaut übergehen. Am entwickeltsten sind die Brustmuskeln (es gibt 3 Pectorales), besonders der *m. pectoralis major*. Eigenthümlich sind die Spanner der Flughaut *(mm. extensores plicae alaris)*. An den hintern Extremitäten sind die Streckmuskeln weit mehr entwickelt als die Beuger, da sie allein den Rumpf beim Sitzen und Gehen tragen müssen.

Amphibien. Die **beschuppten** und **nackten** Amphibien unterscheiden sich in der Musculatur so, dass die ersteren, welche den Vögeln und Säugethieren näher stehen, röthere, mehr isolirte und in einzelne Partieen gesonderte, energischere Muskeln besitzen, während die nackten Amphibien eine fischartige Musculatur haben. Uebrigens zeigen sich hier nach der Verschiedenheit des Baues die grössten Mannichfaltigkeiten im Muskelsystem, so dass sich eine allgemeine Beschreibung gar nicht geben lässt. Zur Bewegung der Bauchschuppen existiren den Federmuskeln der Vögel analoge Hautmuskeln.

Fische. Die Muskeln der Fische zeichnen sich durch geringe Sonderung, durch Mangel längerer Sehnen, durch Weichheit, Durchsichtigkeit und Blässe aus. Ihre Schwäche wird durch die grosse Anzahl von Muskeln ersetzt, die bei derselben Bewegung mitwirken. Die mikroskopische Structur ist nicht verschieden von der der Muskeln der übrigen Wirbelthiere. Eigenthümliche Hautmuskeln scheinen nicht vorzukommen, wohl aber den Federmuskeln der Vögel und den Bauchmuskeln der Schlangen analoge Muskeln, welche die einzelnen Strahlen der Rücken- und Afterflossen bewegen. Der grösste Theil der Fleischmasse der Fische wird durch die grossen, in zahlreiche Partieen getheilten Seitenmuskeln dargestellt, welche vom Kopfe bis zur Basis der Schwanzflosse herabliegen und die Seitenbewegung bewerkstelligen. Die Knorpelfische unterscheiden sich hinsichtlich der Musculatur vielfach von den Knochenfischen.

Muskelsystem der wirbellosen Thiere (s. S. 85). — **Insecten**: die willkührlichen Muskeln derselben ähneln durch die Weichheit und blasse Färbung ihrer Fasern am meisten den Muskeln der Fische. Ihre histologische Structur ist von der der Muskeln aller Wirbelthiere nicht verschieden. Besondere aponeurotische Hüllen, die eine grössere Anzahl von Fasern zu einem besondern Muskel vereinigen, fehlen den Insecten; die einzelnen Muskelfasern bleiben immer isolirt und bilden nur durch ihre parallele Lage bestimmte Schichten. Eigentliche Sehnen finden sich nur an den Extremitäten, und zwar als feste, hornige Gräten. — **Arachniden**: die Muskeln derselben kommen hinsichtlich ihrer histologischen Elementartheile vollkommen mit denen der Insecten überein und zeichnen sich wie diese durch ihre deutliche und starke Querstreifung aus. Die grösste Ausbildung erreicht hier die Musculatur im Cephalothorax, entsprechend der starken Entwickelung der Fress- und Gehwerkzeuge. — **Crustaceen**: das Muskelsystem derselben (aus Streckern und Beugern bestehend) schliesst sich in seiner histologischen Structur vollständig an das der Insecten und Arachniden

an; nur ist dasselbe hier deshalb beträchtlicher ausgebildet, weil bei den Krustenthieren eine bedeutende Gliederung des Körpers und eine grosse Anzahl fussartiger Anhänge vorkommt. — Würmer: das Muskelsystem derselben steht seiner histologischen Entwickelung nach weit hinter dem der übrigen Gliederthiere und nähert sich dem Zellgewebe der höhern Thiere. Fast nirgends finden sich noch deutliche Querstreifen an den einzelnen Bündeln, ja diese scheinen, besonders bei einigen niedern Würmern, nicht selten in ihre Primitivfasern zu zerfallen. Im Allgemeinen ist aber das Muskelsystem bei den Würmern, besonders bei den Anneliden, stark entwickelt. Die Hauptmasse der Muskeln bildet einen unter der Hautbedeckung gelegenen Schlauch, der den ganzen Leib umgibt und aus mehrern über einander gelagerten Schichten besteht. — Cephalopoden: die Muskelfasern derselben unterscheiden sich in histologischer Hinsicht beinahe nur durch ihre grössere Breite von den gewöhnlichen Zellgewebsfasern; es sind einfache platte Fäden, ohne alle Andeutung von Quer- oder Längsstreifen, welche aber ein mächtig entwickeltes System von isolirten Muskeln bilden. — Gasteropoden: ihr Muskelsystem stimmt mit dem der Cephalopoden überein, ist besonders im Fusse stark entwickelt und bildet einen Hautmuskelschlauch. — Die Acephalen haben anstatt der Muskelfasern einfache, schmale Fäden mit sehnenartigem Glanze, welche aber manchmal eine schwache Querstreifung zeigen. Am ausgebildetsten ist das Muskelsystem der Bivalven. — Echinodermen besitzen glatte Muskelfasern; mit sehr entwickelten Hautmuskeln sind die Sipunculiden und Holothurien versehen. — Die Akalephen haben eine deutliche, glatte und hier und da selbst quergestreifte Musculatur, welche die gelatinöse Körpersubstanz und die Anhänge des Körpers in verschiedener Anordnung durchzieht und in Längs- und Quermuskeln zerfällt. — Polypen: ihre Muskeln bestehen in ihrem feinern Baue aus stärkern oder feinern Bündeln, welche gewöhnlich glatt erscheinen, in manchen Fällen aber auch eine, vielleicht nur bei der Contraction entstehende Querstreifung erkennen lassen. Oftmals trennen sich die Muskeln auch hier deutlich in Längs- und Ringfasern; bisweilen sind sie zu einem Netzwerke verflochten. In manchen Fällen mag wohl auch das Körperparenchym durch seine Contractilität die Bewegungen dieser Thiere vollziehen. — Die Infusorien verdanken ihre Bewegungen nur der Contractilität der homogenen, glashellen, gelatinösen Körpersubstanz; in ihr ist keine Andeutung von Fasern oder Muskeln zu entdecken. Nur in seltenen Fällen hat sich ein Theil der Körpermasse zur Bildung eines eigentlichen Muskels condensirt (bei den Vorticellinen im Innern des Stieles, welcher dem glockenförmigen Körper dieses Thieres zur Befestigung dient).

Gefässlehre.

Gefässsystem.

Das **Gefässsystem** (s. Bd. I. S. 313) zerfällt in das **Blut-** und **Lymphgefässsystem**; das erstere Röhrensystem wird von den Arterien, Venen und Capillargefässen gebildet, das letztere besteht aus Lymph- und Chylusgefässen mit Lymphdrüsen. Die physiologisch wichtigste Rolle spielen die Haargefässe, sowie die Anfänge der Saugadern, denn beide sind die Hauptorgane für die Stoffmetamorphose. Von der grössten Wichtigkeit für die Physiologie und Pathologie des Gefässsystems ist der Bau der Gefässwände, über welchen man aber leider noch nicht ganz im Klaren ist.

I. Bau der Gefässe (s. Bd. I. S. 319). Im Allgemeinen kann man annehmen: dass die innerste dem Contentum zugekehrte Hautschicht der Gefässe eine den serösen Membranen analoge, mit (Platten-) Epithelium bedeckte gefässlose Schicht ist; dass unter ihr nach aussen ein ziemlich lockerer (dem subserösen analoger) Zellstoff sich befindet, in welchem sich zarte Capillaren verbreiten, und dass auf diesem Zellstoff die mittlere contractile, gefäss- und nervenhaltige Ringfaser-Haut, hier und da auch noch die gelbe elastische Membran folgt. Die äusserste Hautschicht bildet sodann die Zellhaut, welche mit einem reichlichen Capillarnetze versehen und durch das lockere Umhüllungszellgewebe mit den Nachbartheilen verbunden ist. Die *vasa vasorum*, welche stets von den benachbarten Gefässen entspringen, verbreiten sich zunächst im Umhüllungszellgewebe und in der äussern Zellhaut, durchdringen dann die mittlere Hautschicht und endigen an der äussern Fläche der innersten Haut.

Tunica vasorum intima s. communis, allgemeine Gefässhaut, bildet den eigenthümlichen Blutbehälter, welcher durch die darüber liegenden Lagen von Häuten verstärkt und zu selbstständigen Bewegungen fähig wird. Es ist eine sehr dünne, ziemlich dehnbare, weissliche, durchsichtige und einförmige Haut, welche aus verdichtetem Zellstoffe (nach *Krause* aus einzelnen, nicht zu Bündeln vereinigten, äusserst feinen Zellstofffibrillen, welche in querer, longitudinaler und schräger Richtung innig verwebt sind) zu bestehen scheint und vermöge ihrer Durchsichtigkeit, ihres Glanzes, ihrer Ausdehnbarkeit und ihres Gefüges mit den serösen Häuten übereinkommt. Ihre innere dem Kanale zugekehrte Fläche ist sehr glatt, von ausgehauchtem Dunste schlüpfrig (um alle Reibung des Blutes an den Wänden zu verhüten) und mit Pflaster-Epithelium überzogen, dessen sehr platte rundliche und polyedrische Zellen $^1/_{160}$—$^1/_{55}$''' breit und mit Kernen von $^1/_{320}$—$^1/_{150}$''' versehen sind, und nur eine einzige dünne Schicht zu bilden scheinen. Die äussere Fläche derselben hängt sehr fest und unmittelbar (nicht durch zwischenliegendes Zellgewebe) mit der sie umgebenden folgenden Haut zusammen, so dass sie nur sehr schwer und in kleinen Stückchen von dieser gelöst werden kann. In ihr sind, nach *Weber*, weder Kügelchen, noch Fasern und Zellen, noch auch Poren und Zwischenräume zu entdecken; nach *Edwards* und *Arnold* dagegen sieht man nicht nur Kügelchen, sondern auch Räume zwischen diesen (Poren). Man vermuthet, dass diese Haut unempfindlich und ohne Lebensbewegung ist, obgleich man weiss, dass sie sehr leicht heilt und sich neu erzeugt. Aus krankhaften Zuständen derselben glaubt man schliessen

zu können, dass sie ganz feine Blutgefässchen besitzt; auch will man *(Arnold)* Nerven zu ihr verfolgt haben. — Obgleich diese Haut in allen Theilen des Gefässsystems im Wesentlichen dieselben Eigenschaften hat, so zeigt sie doch an verschiedenen Stellen bedeutende Varietäten in Hinsicht auf Dicke, Ausdehnbarkeit und Festigkeit. So ist sie an den Wänden des fleischigen Theiles des Herzens viel dünner, als in dessen häutigen Theilen und in den Gefässen; in den Arterien ist sie leichter zerreissbar, als in den Venen und Lymphgefässen, wo sie Klappen bildet u. s. w. Neuerlich hat man in ihr Längen- und Querfasern gesehen, welche elastischer Natur sein sollen.

Tunica vasorum externa s. cellulosa, ist die äusserste eigenthümliche Haut der Gefässe, auf welche wir bei Blosslegung derselben stossen; sie ist weiss-gelblich, sehr fest (deshalb von Einigen *tendinea* genannt) und schwer zerreissbar, dabei aber sehr ausdehnbar. Sie besteht aus einem filzartigen Gewebe sich nach allen Richtungen durchkreuzender Zellgewebsfäden, zwischen welchen sich aber kein Fett, sondern viele kleine Blutgefässe und nach neuern Entdeckungen auch elastische Fasern befinden. Die Fäden hängen nach aussen hin lockerer, innen weit fester mit einander zusammen, und sollen sich hier in die Maschenräume der Netze der mittlern Faserhäute einlegen. Ein jeder solcher Faden ist aber ein dickeres oder dünneres Bündel von äusserst dünnen wellenförmig gebogenen Zellgewebsfäserchen, die zum Theil einen 8mal kleinern Durchmesser haben als die Blutkügelchen. Zieht man die Fäden eines solchen Bündels aus einander, so zeigt sich, dass sie unter einander mittels durchsichtiger zarter Häutchen, Zellgewebsblättchen, verbunden sind. — Die äussere Oberfläche der Zellhaut ist mit einem ganz lockern, weichen Zellgewebe *(tunica cellulosa adscititia s. villosa)* überzogen, was an manchen Stellen sehr angehäuft, an andern kaum zu bemerken ist und die Gefässe mit den benachbarten Organen in gehöriger Verbindung erhält, doch so, dass sie sich noch verschieben und ausdehnen können. Ihre innere Fläche hängt mit der unter ihr liegenden Haut so innig zusammen, dass man beide nicht leicht von einander trennen kann. — *Scarpa* nennt diese *tunica cellulosa* nur ein verdichtetes Zellgewebe *(involucrum adventitium)* und rechnet sie nicht zu den eigenthümlichen Häuten der Gefässe. — Sie gibt den Gefässen hauptsächlich ihre Festigkeit bei grosser Ausdehnbarkeit.

Henle unterscheidet an den vollkommensten Gefässen 6 differente Lagen oder Häute, von denen die meisten durch Vervielfältigung mehr oder minder mächtige Schichten bilden können. 1) Die innerste Lage ist Pflasterepithelium, dessen Zellen ziemlich regelmässig elliptisch oder verschoben rhombisch sind; wenn sie wachsen, so verlängern sie sich hauptsächlich in einer Richtung, nach der Längenachse des Gefässes; einzeln stellen sie dann platte Fasern dar, welche an der Stelle des Kernes breit und an beiden Enden schmal und zugespitzt erscheinen. Dieses Epithelium kann fehlen oder vielmehr, nach Resorption der Kerne, sich in die folgende Schicht umwandeln. — 2) Gestreifte oder gefensterte Gefässhaut, die 2te Lage, ist eine äusserst feine, wasserhelle, ziemlich steife und brüchige Membran, welche das Charakteristische hat, dass sie, in grössern Lappen abgetrennt, sich vom obern und untern Rande aus einrollt. Sie zeichnet sich hauptsächlich durch feine, dicht gedrängte, oft äusserst blasse Streifen aus, welche im Ganzen der Länge nach nur selten, und wenn mehrere Schichten dieser Haut vorkommen, der Quere nach laufen, sich vielfach verästeln und mittels der Aeste, welche unter spitzen Winkeln abgehen, unter einander anastomosiren. Diese Streifen rühren von platten Fasern her, welche der einen Wand der Membran (der innern oder äussern?) fest und unzertrennlich aufliegen, und wie die Membran nicht über 0,0006‴ dick und wenig breiter sind. Zerstreut zwischen den Fasern befinden sich grössere und kleinere, meist runde, doch auch mitunter ganz unregelmässig breite, wie gerissene Löcher. Kommt diese gestreifte Gefässhaut, welche von Essigsäure nicht angegriffen wird, in zahlreicheren Schichten vor, so bilden diese ein Häutchen, das sich bei der Contraction der Gefässe nach dem Tode in feine Längsfasern legt, die schon mit blossem Auge als weisse Streifen sichtbar sind. Man glaubt dann ein netzförmiges Gewebe äusserst feiner Fasern vor sich zu haben, an welchem oben noch ein im Allgemeinen longitudinaler Verlauf der anastomosirenden Fasern bemerkbar ist. In der That scheint es, als wenn nach aussen hin die eigentliche membranöse Grundlage verloren ginge (durch Resorption etwa) und als wenn die anfangs gefensterte Membran in einzelne Fasern zerfiele. Der Process dieser Faserbildung ist also der, dass eine Zellenlage (Epithelium) nach Resorption der Kerne in eine homogene Membran übergeht, dass auf dieser, wahrscheinlich durch Anlegen feiner Körnchen, sich Fasern bilden, indess die Membran selbst durchbrochen und endlich ganz aufgelöst wird. — 3) Längsfaserhaut, die 3te Lage, cha-

rakterisirt sich durch stärkere Längsstreifen, welche aus den längsovalen Kernen der primären Gefässhaut (s. bei Capillargefässen) hervorgehen; sie ist vielleicht nur eine weitere Entwickelung dieser Haut. Zuweilen gehen die Zellen des Epitheliums in die Fasern dieser Haut unmittelbar über, und alsdann fehlt die gestreifte Gefässhaut. Diese Längsfaserhaut ist in der Regel einfach, doch kann sie auch durch Vervielfältigung ziemlich mächtig werden (wie bei den Venen). An kleineren Gefässen, von etwa 0,001‴ Dm. ist diese Lage nicht gut zu isoliren und besteht zum Theil noch aus längsovalen Kernen, die sich noch nicht zu gleichförmigen Längsfasern vereinigt haben. Bei grösseren Gefässen zerreisst sie bei einer nur etwas unzarten Behandlung und rollt sich der Länge nach ein. Die Streifen dieser Haut werden von platten Fasern gebildet, welche eine grosse Aehnlichkeit, auch in ihrer Entstehungsweise, mit den Kernfasern des Zellgewebes und den dunkeln Längsfasern der Haare haben, in Essigsäure unverändert bleiben und sich in grösseren Gefässen den elastischen Fasern nähern, indem sie sich rankenförmig krümmen, sich durch Seitenäste verbinden und ein Netz von rhomboidalen Maschen darstellen. Immer aber sind die Maschen dieses Netzes viel weiter, als in den elastischen Geweben, und die Fasern selbst viel blässer. In grössern Venen scheint von der Längsfaserhaut nur das Netz der ästigen Fasern, ohne verbindende Substanz übrig geblieben zu sein. — 4) Ringfaserhaut. Während in den vorigen 3 Schichten eine longitudinale Richtung der ovalen Zellenkerne und Fasern vorkam, ist der längste Durchmesser der ovalen Kerne dieser Schicht quer und die Fasern, welche etwas elastisch sind, umgeben das Gefäss ringförmig. Sie erreicht die grösste Mächtigkeit und von ihr rührt hauptsächlich die bedeutende Dicke der Wand grösserer Gefässe her. In ihrer Entwickelung durchläuft sie dieselben Stufen wie die Längsfaserhaut; sie tritt zuerst (an den Capillargefässen; s. bei diesen) mit querovalen Kernen auf; dann verwandeln sich diese (an Gefässen von 0,015—0,02‴ Dm.) in dunkle Streifen (von 0,005‴ Länge und 0,0008‴ Breite), welche meist gerade, zuweilen auch etwas schief (0,0027—0,0039‴ von einander entfernt) um die Längsfaserhaut liegen, an dünnern Gefässen in einfacher, an stärkern in mehrfacher Schicht. Die Streifen bilden nun platte, sehr helle und körnige, sich nur sehr selten gabelförmig spaltende Fasern (von 0,0024—0,0036‴ Breite), die leicht in kleinere Bruchstücke bis zu 0,020‴ Länge zerfallen und dann an den Enden bald abgerundet, bald zugespitzt, bald quer abgestutzt erscheinen. Einige derselben sind ganz gleichartig, an wenigen bemerkt man einen Zellenkern, die Mehrzahl ist entweder mit einem continuirlichen, feinen dunklen Striche oder mit einer Reihe von dunklen Pünktchen oder endlich nur mit einzelnen Pünktchen gezeichnet. Die dunkeln Striche und die Pünktchenreihe kommen, eine als Fortsetzung des andern, auf derselben Faser vor, sie laufen bald über die Mitte der Faser hin, bald (doch seltener) längs des Randes derselben, und stellen auch durch quere und schiefe Aeste ein den elastischen Fasernetzen ähnliches Strickwerk dar, nur viel feiner als das der Längsfaserhaut und der elastischen Gewebe. Es ist nicht zweifelhaft, dass diese Striche aus den ursprünglichen querovalen Kernen hervorgehen und sich zu den eigentlichen Fasern der Ringfaserhaut (die man auch als eigenthümliche Fasern der mittlern Arterienhaut bezeichnen kann) so verhalten, wie die Kernfasern (s. S. 153) des Bindegewebes zu den Bindegewebebündeln; Essigsäure greift die Fasern an, nicht aber die Kerne. Eigenthümliches Zellgewebe kommt in der Ringfaserhaut der Arterien nicht vor, dagegen hat *Henle* zuweilen Bruchstücke der gestreiften Gefässhaut darin gefunden. — 5) Wahre elastische Haut; sie kommt als zusammenhängende Membran nur in Arterien von grösserem Kaliber vor, ist fest und sehr elastisch, während die Ringfaserhaut zart und brüchig und weniger elastisch ist; sie lässt sich nicht, wie diese, der Quere nach abziehen, sondern nur in kleinen Fetzen; behält bei Einwirkung von Essigsäure ihre Farbe, während die Ringfaserhaut durchsichtig wird; besitzt die mikroskopischen Eigenschaften des elastischen Gewebes (s. S. 333) in ausgezeichnetem

Grade, denn sie besteht aus nichts als vielfach verästelten, oft zu netzförmig durchbrochenen Membranen verbundenen, starken und dunklen Fasern. 6) Zellhaut, *tunica adventitia*, besteht aus Fasern, welche denen des gewöhnlichen Zellgewebes vollkommen ähnlich sind, immer der Länge nach und geschlängelt verlaufen, in grösseren Gefässen mit Kernfasern versehen sind und nach aussen in das umliegende formlose Zellgewebe übergehen. Schon bei Gefässen von 0,01‴ Dm. umgibt diese Membran deutlich die Ringfaserhaut und bleibt, wenn diese durchschnitten ist und sich mit den tiefern Schichten zuzückgezogen hat, als eine immer noch ziemlich feste Röhre zurück. Durch Essigsäure werden die Fasern dieser Häute durchsichtig und es werden die längsovalen Kerne und Kernfasern deutlich sichtbar. — An kleinen Gefässen (von 0,1—0,02‴ Dm. an) sind die Längs- und Querfaserhaut am constantesten; die gestreifte Haut innerhalb der längsfaserigen lässt sich schon an Gefässen von 0,2‴ nachweisen; die Zellhaut fehlt selten, das Epithelium häufig, die elastische Haut stets. An einem Gefässe von 0,058‴ Dm. betrug die Dicke der Zellhaut 0,007‴, die der Ringfaserhaut 0,012‴, der Durchmesser des Lumens 0,020‴; die Dicke der Längsfaserhaut mit den folgenden Schichten war unmessbar. In dem Maasse, wie das Kaliber der Gefässe zunimmt, treten die Unterschiede zwischen arteriellen und venösen Röhren deutlicher hervor.

Reichert's Beobachtungen über die Gefässhäute stimmen so ziemlich mit denen von *Henle* überein, nur glaubt derselbe (mit *Remak*) nicht, dass dasjenige, was *Henle* als Epithel deutet, auch wirlich für die innerste Zellenschicht, welche vom Blute berührt wird, zu halten sei. Es findet sich nämlich noch eine Schicht mässig abgeplatteter, sich polyedrisch abgränzender, runder Zellen, deren runde, meist gelblich tingirte Kerne auch Kernkörperchen haben. *Reichert* betrachtet ferner die 2te und 3te Membran *Henle's* als eine einzige und nimmt keine besondere Längsfaserhaut an. Die Ringfaserhaut besteht nach ihm aus zwei abwechselnden Lagen, deren eine ein Querfasernetz bildet, die andere dagegen der gefensterten Membran *Henle's* entspricht. *Reichert* nimmt demnach folgende Hautschichten an: 1) das eigentliche Epithelium *(Remak's)*; 2) die durchsichtige Membran (vielleicht nur ein Uebergangsgebilde des Epithels zur *tunica intima*), aus länglichen, nach der Länge des Gefässes liegenden, rhomboidalen, selbst faserig entwickelten, platten Zellen mit länglichen Kernen (*Henle's* Epithelium); 3) *tunica intima* aus mehrfach über einander liegenden Fasernetzen (gestreifte Haut *Henle's*), welche mit dem Längsdurchmesser ihrer Maschen nach dem Verlaufe der Gefässe gerichtet sind (*Henle's* Längsfaserhaut); 4) *tunica media*, besteht aus einer Fasernetzschicht, deren allgemeiner Richtungsverlauf cirkelförmig das Lumen des Gefässes umgibt (Querfasernetzschicht), und aus der durchlöcherten oder gefensterten Haut *Henle's*, deren Oeffnungen mit dem längsten Durchmesser gleichfalls cirkelförmig um das Lumen der Gefässe gerichtet sind; 5) *tunica adventitia*, aus starken Bindegewebsfasern bestehend, welche da, wo sie die unterliegenden Schichten berühren, mit Fasernetzen durchwebt sind.

II. Die **Ernährung der Gefässe**, wenigstens die der grössern (von etwa 0,5‴ Dm. an) geschieht wie die anderer auf einer höhern Stufe des Lebens stehender Organe, durch Gefässe, *vasa vasorum s. nutrientia*, und durch Nerven. Nur diese *vasa vasorum* und die kleinsten Adern müssen endlich durch die Nahrungssäfte, die sie selbst führen, ernährt werden *(nutritio interna)*.

Die Gefässe der Gefässe hängen nicht mit dem Stücke der Ader zusammen, welchem sie angehören, sondern mit dem nächst benachbarten; sie dringen durch das Umhüllungszellgewebe zur Zellhaut und bilden hier ein ziemlich dichtes längsmaschiges Netz, aus welchem weniger zahlreiche Zweige zur mittlern und von da an den Zellstoff der innern Haut treten. Die innerste Gefässhaut selbst ist jedenfalls gefässlos; die Ringfaserhaut, beson-

ders der Venen, aber sehr reich an Blutgefässen (daher mehr zur Entzündung geneigt). — Die Arterien kommen nie unmittelbar aus der Höhle des Gefässes, an welchem sie sich verbreiten, sondern meist aus den Zweigen desselben, in der Regel wenige Linien von deren Ursprunge, doch bisweilen auch von einer andern Arterie. Gewöhnlich versorgt dasselbe Stämmchen die Arterie und die daneben liegende Vene. — Die Venen öffnen sich gewöhnlich unmittelbar in den Stamm der Vene, aus deren Häuten sie das Blut sammeln; sie laufen unabhängig von den Arterien und begleiten diese nicht. Die Anwesenheit von Lymphgefässen ist nicht erwiesen, wird aber vermuthet; an der äussern Oberfläche der Gefässe verlaufen sehr viele leicht zu entdeckende Saugadern. — Die in die Gefässwände eintretenden Nerven, durch welche der Tonus der Gefässe vermittelt wird, begleiten die Blutgefässe und sind Zweige des vegetativen (an den Gefässen des Kopfes und Rumpfes) und des animalischen Nervensystems (an den Gefässen der Extremitäten), von denen die letztern aber wahrscheinlich nur organische Fasern des Sympathicus zuführen. Denn da die Gefässe im gesunden Zustande gar nicht und selbst in Entzündung nur sehr wenig empfindlich sind, so dürften sie keine oder nur sehr wenig sensible Nervenfasern bekommen. An kleinen Gefässen findet man die Nerven grösser und zahlreicher als an grossen Gefässen; nur ihre Endigungen lassen sich nicht darstellen. *Henle* beobachtete, dass die Gefässe spiralförmig von den Nerven umwunden wurden. Bis jetzt sind die Gefässnerven meistens in den Arterien gefunden und nur in der *vena cava inferior* von Einigen verfolgt worden.

E. Burdach fand durch seine Untersuchungen über die ernährenden Gefässe der Gefässe: 1) Die Menge und Stärke der *vasa vasorum* richtet sich nach der Dicke der Wandungen der Gefässe. — 2) Die ernährenden Arterien der Pulsadern entspringen nie unmittelbar aus der Höhle der Arterie, welcher sie angehören, sondern aus Zweigen, welche diese abgibt. — 3) Es finden sich sehr feine *venae vasorum*, welche, in den Häuten der Vene verbreitet und dieselbe nicht verlassend, sich unmittelbar in deren Höhle einmünden. — 4) Die *arteriae* und *venae vasorum* verlaufen nicht gleichmässig so neben einander, dass eine Arterie auch immer eine Vene zur Seite hat. — 5) Die Stämmchen der arteriösen und venösen Gefässe der Arterien verlaufen eine Strecke weit der Länge nach auf der äussern Haut derselben hin, von wo aus sie sich nach allen Seiten ausbreiten, und — 6) Hauptäste in cirkelförmiger Umschlingung um die Arterien herumgeben, und — 7) sich dann oberflächlich und im Innern baumförmig ausbreiten. — 8) Die in die mittlere Haut der Arterien eindringenden Gefässzweigelchen folgen in derselben der Richtung der Fasern. — 9) In die innerste Haut der Arterien und Venen scheint kein ernährendes Gefäss zu dringen.

III. Contractilität der Gefässe. Während man früher die Contractilität der Gefässwände (besonders die der mittlern Arterienhaut, die man als eine *muscularis* ansah) zu hoch anschlug, hat man neuerlich, nachdem man die mittlere Arterienhaut für eine grossentheils aus elastischem Gewebe gebildete erkannte und die Kraft des Herzens zur Vermittelung der Circulation allein hinreichend fand, der Lebensthätigkeit (Contractilität) der Gefässe zu wenig und der physikalischen Elasticität derselben zu viel Wirksamkeit bei der Blutbewegung zugeschrieben. Von dem Antheile, den die Contractilität des Herzens und der Gefässe an der Circulation nimmt, sagt *Henle:* dass vom Herzen hauptsächlich die Blutbewegung, von den Gefässen (deren Lumina einer lebendigen Veränderung ihres Durchmessers wohl fähig sind) die Blutvertheilung abhängig sei. An den grössern Arterienstämmen ist die lebendige Contractilität durch directe Versuche (mittels Verblutung, mechanischer und chemischer Reize, besonders mittels kalten Wassers) nachgewiesen; wie weit sich aber die Irritabilität gegen die kleinern Aestchen erstreckt, ist durch directe Beobachtungen nicht leicht auszumachen. Dass die Venen ebenfalls contractil sind, bestätigen viele Beobachtungen. Ohne allen Zweifel hängt nun aber diese

lebendige Contractilität der Gefässe nur von der Ringfaserhaut ab, auf welche (ebenso wie auf das contractile Zellgewebe) Galvanismus (der die Muskelfaser zur Contraction reizt) nicht einwirkt, während die Kälte und mechanische Irritation ihren Effect äussern, nur nicht plötzlich, sondern so, dass die Contraction langsam beginnt, erst nach längerer Zeit (in den Gefässen innerhalb 4—25 Minuten nach *Hastings*) ihre grösste Höhe erreicht und allmälig wieder nachlässt. An den Gefässen also, an welchen wir noch Spuren der Ringfaserhaut erkennen, müssen wir auch Contractilität vermuthen, und dies ist bis zu den grössern Capillargefässen hin der Fall (s. diese). — Vermöge ihrer Contractilität behaupten die Gefässe während des Lebens einen continuirlichen und mittlern Grad der Zusammenziehung (Spannung, *tonus*), der von äussern Einflüssen erhöht und vermindert werden kann und unter dem Einflusse des Nervensystems steht, so dass die Erscheinungen im Gefässsysteme denen in den unwillkührlichen Muskeln sehr ähnlich sind. (Das Ausführlichere s. bei Kreislauf.)

[Weiteres s. bei den einzelnen Gefässarten.]

A. *Arteriae*, Puls- oder Schlagadern.

Pulsadern sind diejenigen Blutgefässe, welche das Blut aus dem Herzen nach den Haargefässnetzen aller Theile des Körpers hin leiten und, da sie zunächst den Druck des vom Herzen fortgepressten Blutes auszuhalten haben, mit weit dickern und elastischeren Wänden als alle übrigen Gefässe versehen sind, damit sie nicht widernatürlich ausgedehnt werden können. In Folge dieses Druckes werden ihre elastischen Wände bei jeder Zusammenziehung des Herzens in ihrer Länge und Breite ausgedehnt und mit Nachlass des Druckes bei der Ausdehnung des Herzens wegen ihrer Elasticität wieder auf den vorigen Zustand reducirt, sie pulsiren; deshalb werden sie Pulsadern genannt. — Die Arterien des grossen Kreislaufs liegen im Allgemeinen entfernter von der Oberfläche des Körpers in langen, zelligen Zwischenräumen, die von einer Lage von Weichtheilen bedeckt sind; an den Gelenken nehmen sie ihren Lauf an der Beugeseite hin; ihre Aeste lagern sich in die Räume, welche die Organe oder deren Theilchen von einander trennen (wie zwischen die Fasern der Muskeln, Nerven, *acini* der Drüsen u. s. w.).

a. **Bau der Arterien.** Die Pulsadern zeichnen sich auf den ersten Blick durch die bedeutende Stärke ihrer Wände aus, welche, nach *Henle*, von der Dicke der Ringfaserhaut und von der elastischen Haut herrührt. Jener verdanken sie die gelblichweisse und grauweisse Farbe und die Eigenschaft, im entleerten Zustande nicht zusammenzufallen; von dieser rührt hauptsächlich ihre Elasticität her, welche so gross ist, dass sie selbst, um $^2/_3$ ausgedehnt, sich wieder auf ihre frühere Länge zurückziehen. Die Längsfaserhaut fehlt den Arterien in der Regel, dagegen kommt die gestreifte oft in zahlreichen Lagen vor, deren Fasern alsdann einander kreuzen. Gewöhnlich nahm man bis jetzt an, dass die Wände der Pulsadern aus 3 concentrisch in einander eingeschlossenen Häuten beständen, von denen die äussere *(tunica cellulosa)* und innere *(tunica vasorum communis)* auch den andern Gefässen zukämen, und nur in mancher Hinsicht von diesen abwichen,

die mittelste, *tunica elastica*, dagegen eine den Arterien eigenthümliche sei und diese von den Venen und Lymphgefässen auszeichne. Diese mittlere oder elastische Haut ist nun aber *Henle's* **Ringfaserhaut** (s. S. 413) und die eigentlich elastische wurde stets in Verbindung mit dem Zellgewebe, welches sie äusserlich umgibt, als *tunica externa s. adventitia* beschrieben (bei der Unterbindung der Arterien zerreisst die erstere und letztere bleibt ganz). Die Dicke der Arterienhäute nimmt von den Aesten gegen die Stämme hin zu, ist aber an den feinen Arterien relativ stärker, als an den grössern. Die Arterien der Schädelhöhle haben verhältnissmässig die dünnsten Wände. Machen Gefässe einen Bogen, so ist der convexe Theil desselben stärker. Von den 3 Arterienhäuten führt man an:

1) *Tunica intima*, innere oder allgemeine Gefässhaut (s. S. 411), ist in den Arterien brüchiger, weniger ausdehnbar und lässt sich (mit der Ringfaserhaut) leicht durch einen um die Arterie gelegten Faden durchschneiden, während die äussere (und elastische) Haut unverletzt bleibt. Der Länge nach ist sie fest und elastisch, dagegen in der Breite sehr leicht zerreissbar; in grossen Arterien ist sie nur $1/_{40}$—$1/_{160}$''' dick, aber trotz dem sehr dicht; in den kleinern Gefässen wird sie fester. In den Arterien der Eingeweide, des Herzens, bei alten Leuten und Kindern, im *ductus Botalli* ist sie röther, schlaff und runzlig, weshalb sie *Monro* hier als *villosa* bezeichnet. Diese Haut bildet in den Arterien nur am Anfange der Aorta und Lungenarterie 3 halbmondförmige Klappen, *valvulae semilunares*.

2) *Tunica media s. elastica s. fibrosa*, mittlere, elastische Arterienhaut, ist eine dicke, gelbe, sehr elastische, aber bei ihrer Dicke leicht zerreissbare, harte, trockene Haut, welche aus kreisförmigen, gelben, elastischen, platten Faserbündeln (von $1/_{25}$—$1/_{40}$ P. L.) besteht, deren elastische Fasern parallel neben einander liegen und nur durch sparsames Zellgewebe mit einander zusammenhängen. Diese bandartigen, platten Faserbündel, welche sich schräg, bogenförmig und spiralförmig, nicht ringförmig um die innere Haut herumschlagen, bilden concentrische, über einander liegende Schichten, die man sehr leicht in beliebig viele Lagen zertheilen kann. Ihre innern Schichten sind fester und gedrängter, als die äussern; ihre Dicke ist nicht überall gleich, vorzüglich ist sie an den grössern Stämmen, an den Theilungsstellen und an der convexen Seite der Biegungen bedeutend. Die absolute Dicke vermindert sich vom Herzen aus abwärts bedeutend, wird aber in den kleinen Arterien relativ grösser, wo diese Haut auch röther und irritabler ist. An Arterien von ungefähr $1/_5$''' Dm. ist sie nicht mehr zu erkennen.

Unterschiede zwischen der elastischen Arterienhaut und Muskelfaser. Diese Haut ist härter, trockner, fester, brüchiger, weit elastischer und weniger blutreich als Muskelsubstanz; sie fault schwer; gibt durch Kochen Leim, aber kein Osmazom; Essigsäure verändert sie wenig, dagegen ist sie in Mineralsäuren sehr leicht auflöslich, doch wird die Auflösung nicht von Alkali, noch von Cyaneisenkalium gefällt. Die stärksten galvanischen und elektrischen, sowie mechanischen Reize erregen keine Spur von Contraction in ihr.

Purkinje und *Räuschel*, welche das Abgehen von Aesten bei den elastischen Primitivfasern leugnen und innerhalb dieser Fasern das Rudiment eines Kanales vermuthen, fanden, dass in der mittlern Haut der meisten Arterien nach innen zu die Längsfasern, nach aussen die Querfasern vorwalten; an der Aorta ist der Verlauf mehr spiralig. Die mittlere Haut der grössten Arterien liess sich bis zu 44 Schichten zertheilen; die kleinen Arterien haben nur 2 Lagen. Diese Schichten sind durch dünne Lagen Zellgewebe verbunden.

3) *Tunica externa s. cellulosa*, äussere Haut der Arterien, ist dicker und stärker, als die der Venen, und besitzt zahlreichere ernährende Gefässe, weshalb ihr auch mehr Lebenseigenschaften zukommen. Nach *Schwann* und *Eulenburg* finden sich in ihr auch elastische Fasern, die entweder gerade oder in Bogen verlaufen, theils einzeln, theils membranartig verbunden liegen. Auch *Purkinje* und *Räuschel* fanden sie.

Kölliker fand **in den Wänden der Arterien** die S. 244 erwähnten **glatten Muskelfasern**, und zwar nur **in der Ringfaserhaut**, wie in der innern und äussern Längsfaserhaut. Diese musculösen Fasern der Ringfaserhaut sind aber, ebenso wie die elastischen Elemente, nicht an allen Arterien gleichmässig entwickelt. So wechseln in der gelben Ringfaserhaut der Aorta und Pulmonalarterie Schichten glatter Muskeln mit elastischen Häuten, (gefensterten Membranen oder Netzen starker elastischer Fasern) und mit Bindegewebe, was Netze stärkerer Kernfasern enthält, ab. Die Muskeln bestehen auch hier aus an einander gereihten, leicht isolirbaren, kernhaltigen Faserzellen, die sich jedoch durch ihre Kürze auszeichnen. Namentlich sind dieselben in den innern Schichten der mittlern Haut oft nicht länger als 0,01''' und dabei 0,004—0,006''' breit, so dass sie gewissen Epitheliumzellen nicht unähnlich sehen; ihre Form ist ziemlich unregelmässig, rechteckig, spindel- oder keulenförmig, die Kerne immer lang und schmal mit abgerundeten Enden, ganz charakteristisch. In den äussern Schichten werden die Faserzellen

schmäler und länger bis 0,02''', den exquisiten musculösen Faserzellen anderer Organe ähnlicher, doch behalten sie immer etwas Eigenthümliches, Starres in ihrem Ansehen. In den Zweigen dieser Arterien *(aorta* und *pulmonalis)* tritt, je mehr sie sich der Peripherie nähern, das elastische Gewebe immer mehr zurück, während die Muskelschichten relativ immer mächtiger und vorwiegender werden; deshalb sieht die Ringfaserhaut auch nicht mehr gelb, sondern blassröthlich aus. In den Arterien von mittlerem Durchmesser sind die Muskelfasern relativ am stärksten entwickelt. In den kleinern Arterien werden die musculösen Faserzellen allmälig immer kürzer und starrer, bis sie endlich in den feinsten arteriellen Gefässen in kurze, länglich runde oder selbst rundliche Zellen mit verlängerten Kernen übergehen, die theils noch eine zusammenhängende Schicht bilden, theils nur vereinzelt vorkommen.

Der Nutzen, welchen die mit der Ringfaserhaut vereinigte elastische Haut der Arterien gewährt, ist folgender: *a)* zunächst gibt sie ihnen ihre Dicke und Stärke, welche sie fähig macht, dem Drucke sowohl des aus dem Herzen in sie gedrückten Blutes, als des von aussen auf sie wirkenden zu widerstehen. *b)* Sie ist die Ursache, dass durchschnittene und entleerte Arterien nicht zusammenfallen; *c)* mittels ihrer Elasticität können sich diese der grössern oder geringern Blutmenge anpassen, und sie bewirkt *d)* durch ihren beständigen Gegendruck, dass das Blut nicht blos absatzweise, sondern ununterbrochen vorwärts gedrückt wird. — Die der mittlern Haut zukommende Elasticität ist eine rein physikalische Eigenschaft, vermöge welcher sie sich nur zusammenzieht, wenn sie vorher ausgedehnt wurde und die Ursache der Ausdehnung aufhört. Die eigentliche Wirksamkeit der wirklich elastischen Arterienhaut ist aber wohl die, dass sie die lebendige Contractilität der Ringfaserhaut unterstützt und bei den Arterien hauptsächlich in der Länge und der Längsausdehnung derselben bei der Systole des Herzens entgegen zu wirken scheint, was um so nöthiger ist, da contractile Längsfasern entweder nicht vorhanden oder nur sehr schwach sind. — *Winn*, der die Bemerkung machte, dass Kautschouk die Eigenschaft besitzt, bei rascher Ausdehnung Wärme zu entbinden, hat dasselbe Phänomen auch bei der Ausdehnung der mittlern Arterienhaut gefunden (wobei die Wärme um 2° stieg). Er schliesst daraus, dass die thierische Wärme zum Theil von dieser Ausdehnung abzuleiten sei.

b. **Unterschiede der Arterien** von den **Venen** (s. Bd. I. S. 320). Ausser dass die Arterien *a)* das Blut vom Herzen zu den einzelnen Theilen des Körpers hinschaffen und *b)* wegen der grössern Mächtigkeit der Ringfaserhaut und der elastischen Haut weit dickere Wände besitzen, unterscheiden sie sich von den Venen auch noch dadurch: *c)* dass sie, die *art. pulmonalis* ausgenommen, hellrothes, sauerstoffreicheres und nahrhafteres Blut (arterielles) enthalten; *d)* dass ihre innere Haut, ausser den halbmondförmigen Klappen an ihren Ursprüngen, keine Klappen weiter bildet; *e)* dass sie, im Vergleich zu den Venen, enger, weniger zahlreich sind und mehr entfernt von der Oberfläche des Körpers laufen. Ihre grössern Stämme und Zweige liegen nämlich in der Tiefe zwischen andern Theilen geschützt, damit sie nicht so leicht einer Verwundung ausgesetzt sind, welche wegen der Steifheit ihrer Wände, vermöge welcher sie offen stehen bleiben und nicht wie die Venen zusammenfallen, leicht eine lebensgefährliche Blutung nach sich ziehen könnte. — Anastomosen finden sich bei den Arterien seltener zwischen den grössern Aesten als bei den Venen, indess kommen sie sehr häufig zwischen den kleinern Zweigen vor.

c. **Kräfte der Arterien** (s. vorher S. 415 bei Contractilität der Gefässe). Es ist nicht leicht, durch die Erscheinungen, welche die Arterien darbieten, die verschiedenen ihnen zum Grunde liegenden Kräfte richtig zu unterscheiden, alle haben indess vorzüglich in der musculösen, elastischen und Zellhaut (?), oder hauptsächlich in der Ringfaserhaut ihren Sitz. Aus sorgfältigen Beobachtungen geht hervor, dass die Arterien nicht wie die Muskeln das Vermögen besitzen, sich durch eine ihnen beiwohnende leben-

dige Kraft in Folge von Reizung durch Galvanismus *plötzlich* zusammenzuziehen, so dass man ihre Verengerung und Erweiteruug, ihre Verkürzung und Verlängerung sehen könnte. Allein für leblose Röhren können sie durchaus nicht gehalten werden, denn betrachtet man ihren Bau, ihre zahlreichen ernährenden Gefässe und Nerven, sieht man den Erfolg ihrer Wirkung an, dann muss man auf eine eigenthümliche lebendige Bewegungskraft schliessen, auch wenn man viele Zustände andern todten Kräften zuschreiben wollte. Man kann wohl behaupten, dass in den Arterien verschiedene Bewegungskräfte vereint sind, nämlich: 1) die auch der leblosen Materie zukommende *Elasticität* und 2) eine *lebendige Kraft, allmälig ihren Durchmesser zu verändern (Contractilität)*, so dass man den Act der Bewegung nicht sieht, wohl aber den Effect. Oft ist es schwer zu bestimmen, in welchem Grade die Veränderung des Durchmessers mehr von der Elasticität, oder von der lebendigen Kraft abhänge. Eben so schwer liess sich früher bestimmen, in welcher Haut der Arterienwand die Lebensbewegung ihren Sitz habe; man nahm die äussere als Sitz der Contractilität an, da diese unter den Häuten der Arterie die grösste organische Dignität besass und die kleinern Zweige, wo die elastische Haut fast verschwunden ist, reizbarer schienen; allein nach *Henle's* Entdeckung der (musculösen) *Ringfaserhaut* kann keiner andern als dieser das lebendige Bewegungsvermögen der Gefässe (nicht blos der Arterien) zugeschrieben werden. Die Elasticität kommt natürlich nur der elastischen Haut der Arterien zu. (Das Ausführlichere über die Physiologie der Arterien s. später bei Kreislauf.) Vermöge der

a) *Elasticität* ziehen sich die Arterien zusammen wenn sie vorher ausgedehnt wurden, und verkürzen sich nach vorausgegangener Verlängerung. Dieser blossen Federkraft welche den Arterien bleibt, so lange sie nicht in Fäulniss oder durch Austrocknen in Starrheit übergegangen sind, kann man zuschreiben: die Entleerung und Zusammenziehung der Arterien nach dem Tode, die bei verknöcherten Arterien nicht eintritt; — ihre Verengerung während des Lebens, sobald sie weniger Blut enthalten; — dass sie nach der Unterbindung das Blut doch noch in ihre Zweige treiben; — dass eine doppelt unterbundene Arterie ihr Blut, selbst in einem Strahle, ergiesst, wenn sie angestochen wird, und sich dabei verengert; — dass sich durchschnittene Arterien zurück- und zusammenziehen.

b) *Die lebendige Kraft der Arterien, sich allmälig zu verengern (und zu erweitern)*, welche unter dem Einflusse des Nervensystems steht und mit dem Tode erlischt, lässt sich durch die Beschleunigung und Verlangsamung des Blutlaufs, sowie durch die Vermehrung und Verminderung der Blutmenge an einzelnen Stellen des Körpers bei gewissen Umständen beweisen. So werden durch Gemüthsbewegungen, Scham, Geschlechtstrieb u. s. w. Arterien nur an einzelnen Stellen ausgedehnt oder zusammengezogen, ohne dass die Herzbewegung dabei verändert würde. So zeigen Arterien bei pathologischen Zuständen oft einen von dem Herzschlage verschiedenen Puls.

Die übrigen den Arterien noch zukommenden *Lebenseigenschaften* sind dieselben anderer Theile, welche Gefässe und Nerven besitzen, was sich vorzüglich bei Verletzung derselben und der darauf folgenden Entzündung und ihren Ausgängen zeigt. *Empfindlichkeit* kommt ihnen im gesunden Zustande gar nicht, und im kranken in nur sehr geringem Grade zu. — *Die Arterien sind stets voll Blut*, ebensowohl bei Hyper- wie Anämie (denn ihr Lumen passt sich mittels des Ausdehnungs- und Zusammenziehungs-Vermögens ihrer Wand jeder Blutmenge an). Die contractile Wand der Arterien befindet sich aber vermöge ihres Nervengehaltes stets in einiger Contraction (Tonus), und diese kann nach dem Grade der Nerventhätigkeit, sowie nach dem Stande der Contractilität der Gefässhäute, eine stärkere oder schwächere sein. Bei erhöhtem Arterientonus wird sich die Wand fester, härter und der Umfang der Arterie verringert fühlen müssen, während bei Verlust an Tonus die Wand weicher und das Gefäss erweitert sein wird. — Zieht sich das Herz zusammen, so drückt es eine neue Quantität Blut (etwa ℥jß) in die schon gefüllten Arterien. Hierdurch wird das Blut der letztern zusammengepresst, so dass es wie jede comprimirte Flüssigkeit nach allen Richtungen auszuweichen strebt und die Blutsäule um so viel weiter vorwärts schiebt, als jene neue Masse Blut Raum in den Anfängen der Arterien einnimmt. Am peripherischen Ende der Arterien kann nun aber das Blut durch die Haargefässe wegen des Widerstandes, welchen es in diesen engen Röhren

27*

erleidet, nicht so schnell entweichen, als es vom Herzen in die Arterien getrieben wurde, deshalb übt es gegen deren elastische Wände nach allen Richtungen hin einen Druck aus und dadurch werden die Arterien in die Breite und Länge ausgedehnt, sie werden weiter und schlängeln sich, pulsiren. Zugleich bedingt aber auch die Contraction des Herzens einen Stoss auf die arterielle Blutsäule und damit ein etwas tönendes Vibriren der Arterienwand (d. i. der Arterienton). Diese Erweiterung und Schlängelung der Arterien (der Arterienpuls), von der Systole des Herzens herrührend, ist fühlbar, dagegen wird die Zusammenziehung und Streckung der Arterien, welche (bei aufhörendem Drucke, bei der Herzdiastole) in Folge der Elasticität der Arterienwand erfolgt, im normalen Zustande (bei dem gehörigen Arterientonus) nicht wahrgenommen. Wohl ist dies aber bisweilen der Fall (beim sogen. doppelschlägigen Pulse, *pulsus dicrotus*), vielleicht wenn bei verminderter Elasticität und geschwächtem Tonus der Arterienwand diese sich sehr träge zusammenzieht oder, was auch nicht unwahrscheinlich ist, wenn die Zusammenziehung sehr plötzlich und kräftig, und eine Vibration der Arterienwand erzeugend, erfolgt. Verlust der Elasticität der Arterienwände durch widernatürliche Ausdehnung oder Gewebsveränderungen derselben (Altersrigidität, Entzündung, atheromatöser Process, Incrustation) ruft weniger energisches Vorwärtstreiben des Blutes durch die Capillaren (was dann nur vom Herzen besorgt wird) und deshalb leicht Stockungen in denselben (mit Dilatation und Hypertrophie des Herzens; Oedem, Blutung, Exulceration, Brand) hervor. — Ueber die Krankheiten der Arterien s. später.

B. Haargefässe, *vasa capillaria.*

Die feinsten, äusserst dünnen, durchsichtigen Blutgefässe, welche die letzten Endchen der Arterien mit den ersten Anfängen der Venen vereinigen, also den Uebergang des Blutes aus jenen in diese vermitteln, werden ihrer Feinheit wegen Haargefässe genannt und sind der physiologisch wichtigste Theil der Blutgefässe, da durch sie der Stoffwechsel besorgt wird. — Sie bilden ein gleichförmiges continuirliches Netz in allen organisirten Theilen (nur die einfachen Gewebe sind auszunehmen; s. S. 79), in dessen ziemlich gleich grossen und ähnlich begränzten Maschen gewissermaassen die Substanz der Gewebe (nicht gerade die primitiven Kugeln oder Fasern) liegt; sie haben das Eigenthümliche, dass sie einen gleichen Durchmesser behalten und nicht mehr wie die Arterien und Venen dünnere Zweige abgeben. Da, wo sich also Capillargefässe wieder in zunehmenden Zweigen sammeln, gehen allmälig Arterienenden oder Venenanfänge aus ihnen hervor. Doch lässt sich die Gränze, wo die Arterien aufhören Arterien zu sein und wo die feinsten Venen in diesem Netze anfangen, nicht bestimmt angeben, da der Uebergang ganz allmälig geschieht und auch das Blut in den Capillargefässen kein Merkmal abgibt. Denn dieses fliesst in ihnen nur in einzelnen oder doch nur wenigen über einander liegenden Kügelchen und hat deshalb eine blasse, kaum erkennbare Farbe; ja Einige behaupten, dass selbst für manche Haargefässe (in den durchsichtigen Theilen des Auges) die Blutkörperchen noch zu gross wären und deshalb nur Serum *(vasa serosa)* hindurch fliessen könnte, was aber nicht der Fall ist, denn die feinsten sind noch weit genug, um ein Blutkörperchen nach dem andern durchzulassen. Da ausserdem das Blut in den Capillargefässen des Körpers aus dem hellrothen nach und nach in das dunkelrothe übergeht und in

denen der Lunge seine dunkelrothe Farbe allmälig in eine hellrothe verwandelt, so muss es Stellen in diesem Gefässnetz geben, wo das Blut weder hell- noch dunkelroth sieht und welche man daher weder für Arterien noch für Venen erklären kann. Das Capillarsystem bildet demnach gewissermaassen ein indifferentes Reservoir, aus welchem die Elementartheile schöpfen und innerhalb dessen das Blut sich umwandelt. Da es ebenso feine Arterien- und Venenendchen, wie wirkliche Uebergangsgefässe gibt, so theilen Einige die Capillargefässe in: Arteriennetze (oder arteriöse Capillargefässe), Venennetze (venöse Haargefässe) und Uebergangsnetze; *Berres* nennt die beiden erstern Capillargefässe, die letztern intermediäre *(vasa intermedia s. aequatoria)*.

a. **Bau der Capillargefässe.** Man ist längere Zeit darüber ungewiss gewesen, ob die Capillargefässe Wände besässen und glaubte, dass sich das Blut nur Wege in der Substanz ausgehöhlt hätte. Allein sie besitzen häutige Wände, die von der *tunica vasorum communis* gebildet sind und an denen man selbst abwechselnde Längen- und Querfaserschichten bemerkt haben will. Einige wollen sich die Wände nur als dichtere Gränze der Substanz, nicht aber als selbstständige Membranen denken. Die Capillargefässe verschiedener Theile sind eben so verschieden im Baue wie in der Weite; die feinsten und einfachsten kommen in den Nervengebilden und in den Muskeln vor. Nach *Henle* sind *a)* die feinsten Capillargefässe ganz gleichartige oder sehr feinkörnige, helle und mit mässig blassen Contouren versehene Streifen von 0,002‴ Breite, deren Wände eine völlig structurlose Haut (primäre), ohne alle Fasern oder Streifen, sind. Sehr charakteristisch sind für diese Röhren Körperchen, welche durch Essigsäure unverändert bleiben, über die Wände hervorragen, zum Theil frei, nur äusserlich denselben aufliegend, zum Theil, wie es scheint, in der Substanz der Wand eingeschlossen. Die meisten dieser Körperchen haben die Gestalt und Grösse der gewöhnlichen Zellenkerne (von 0,0026‴ Dm.), auch die eigenthümlichen Kernkörperchen derselben; sie sind bald rund, bald oval (blos 0,0042‴ lang); einige kleinere sehen wie eingeschrumpft aus und sind etwas dunkler und gelblich. An den feinern Gefässen sieht man die Kerne gewöhnlich nur in einfacher Reihe und zwar in ziemlich regelmässigen Abständen von 0,004—0,0012‴, mitunter auch ganz dicht hinter einander; stellenweise liegen sie alternirend an beiden Seiten, an andern Stellen an derselben Seite hinter einander. An den Theilungsstellen der Capillargefässe findet sich sehr oft ein Zellenkern in dem Winkel, den beide aus einander tretende Röhren bilden. Die ovalen Kerne sind mit ihrem längsten Durchmesser der Längenachse des Gefässes parallel, selten etwas schief gegen dieselbe geneigt. *b)* Bei etwas grössern Capillargefässen (deren Dm. 0,005‴ überschreitet) kommt diese einfache Structur nicht vor. An Gefässen von 0,0054‴ Dm. sah Verf. schon 3—4 längsovale Kerne in gleicher Höhe neben einander im Umfange des Gefässes; von da an beginnt nun die Bildung neuer Schichten nach 2 Seiten hin. Nach innen von der betrachteten primären Haut tritt eine einfache Lage von Zellenkernen auf, welche durch ihre Blässe und constant runde Form ausgezeichnet sind; sie liegen etwas dichter zusammen und es scheint eine continuirliche dünne Membran der Träger derselben zu sein. Diese Zellenschicht ist das Epithelium der Gefässe. Von aussen lagert sich um die primäre Haut (d. i. die spätere Längsfaserhaut) eine Schicht aus querovalen Kernen, die nur anfangs noch mit Kernkörperchen versehen sind und wenigstens den halben Umfang des Gefässes einnehmen. Die längeren und schmäleren derselben sind dunkler, körniger, oft an beiden Enden zugespitzt oder in kurze, spitze Fortsätze ausgezogen. Sobald diese äussere Schicht (die spätere Ringfaserhaut) auftritt, erscheinen auch auf der primären Haut statt der ursprüng-

lichen Zellenkerne Körperchen, welche den querovalen der äussern Schicht gleichen, nur dass sie längsoval (nach der Längenachse des Gefässes) sind. Dabei rücken sie einander näher und einzelne krümmen sich halbmondförmig. Von nun an (bei Gefässen von 0,01 — 0,02‴ Dm.) wird der Bau complicirter (s. vorher S. 412). An den Gefässen bis zu 0,01—0,02‴ Dm. konnte *Henle* aber noch keine constanten Verschiedenheiten auffinden, wonach eine Unterscheidung derselben in arterielle und venöse möglich wäre. Die Haargefässe sind die feinsten Kanäle des Körpers (doch sind die Primitivfasern der Muskeln und Nerven 5—6 Mal feiner); ihre Weite ist dem Durchmesser der Blutkügelchen angemessen, und variirt von $^1/_{300}$ — $^1/_{160}$‴, im Durschnitte ist ihr Durchmesser am häufigsten $^1/_{200}$‴; die feinsten hat man im Gehirne beobachtet (von 0,0028 —0,0023‴ Dm.); die gössten kommen im Knochenmarke vor, wo schon Gefässe von 0,010‴ zur Bildung capillarer Netze zusammentreten.

Engel fand bei der Untersuchung der Haargefässe: 1) dass viele Capillaren gar keine selbstständige Wand besitzen, sondern blossen Spalten und Zwischenräumen zwischen den andern Gewebstheilen gleichen; dass aber die Anordnung dieser Zwischenräume durch die Anordnung der Gewebselemente gegeben und nicht veränderlich ist. So verhält es sich in den cavernösen, erectilen Geweben, Teleangiectasieen, in manchen Mark- und Blut-Schwämmen. 2) Es gibt Capillaren, deren Wände fest mit dem umgebenden Parenchyme verwachsen, damit verschmolzen sind, so dass sie ihre Selbstständigkeit aufgegeben haben und als röhrenartige Spalten im Parenchyme erscheinen. Dies ist besonders im Alter der Fall. — 3) Andere Capillaren verwachsen zwar auch mit ihrer Umgebung, allein sie behalten selbstständige, deutlich erkennbare Wände. — 4) Es finden sich Capillaren, deren isolirte Darstellung sehr leicht gelingt, und die von einer bald mehr, bald weniger widerstandsfähigen Haut gebildet werden. Sie entwickeln sich am leichtesten in pathologischen Theilen. — 5) Jedes Gewebe hat im ausgewachsenen Organismus eine bestimmte Form von diesen 4 Arten der Capillaren; im Allgemeinen findet sich, dass je fester das (physiologische und pathologische) Gewebe ist, die Capillaren um so mehr die Selbstständigkeit ihrer Wände einbüssen, während dagegen in sehr nachgiebigen Geweben die Festigkeit der Wand der Capillaren bedeutend ist. Doch finden sich hiervon auch Ausnahmen. — 6) Es gibt keinen Structurunterschied zwischen capillaren Arterien und Venen. — 7) In einigen Geweben sind die Capillaren von mehr oder weniger starken Zellgewebslagen (in denen die Fasern der Länge nach verlaufen oder verfilzt sind) umgeben, in andern fehlen diese, in noch andern haben die Capillaren eine eigenthümliche Scheide. — 8) Die Festigkeit, Dicke und Undurchsichtigkeit (blassgelbliche Färbung) der Haargefässwand nimmt im Allgemeinen mit dem Alter zu. Sie bildet sich hier in eine sogenannte Glashaut um, und wird dadurch fester, zäher, spröder und brüchiger. Das Dickerwerden besteht nicht in einer blossen Massenvermehrung, sondern es lagert sich ein fremdartiger Stoff in die Gefässwand ab. — 9) Capillaren, deren Gefässwand frei ist, bestehen entweder nur aus 1 oder aus 2 Häuten. Im erstern Falle ist die Haut gewöhnlich mit wechselständigen, doch auch häufig unregelmässig gestellten länglich-ovalen Kernen versehen; im letztern Falle ist die auf diese innere Haut folgende äussere immer mit querovalen Kernen bezeichnet. Mit vorschreitendem Alter gewinnt nicht selten die innere Haut mehr an Sprödigkeit als die äussere, und verliert, wie es scheint, ihr Zusammenziehungsvermögen; man sieht sie deshalb nicht selten der Länge nach gefaltet, sie trennt sich leichter von der äussern Haut, und zersplittert in kleine Bruchstücke bei einer etwas stärkern Compression. Capillaren, deren Wände zwar noch selbstständig, aber mit dem Gewebe verwachsen sind, werden von einer dünnen, mit unregelmässig gestellten Kernen versehenen Haut gebildet, an der jedoch auch zahlreiche, kurze, gewundene, dunkle Fasern bemerkbar sind. — 10) Hinsichtlich der Nerven der Capillaren fand *Engel* Folgendes: nie bemerkt man, dass die Nerven sogenannte Endschlingen um die

Capillaren bilden; ebenso wenig kann nachgewiesen werden, dass die Nervenfasern, indem sie zu den Capillaren treten, sich in ein Netz feiner Fibrillen spalten. Nach dem Verhalten der Nerven bei Insecten könnte vielleicht angenommen werden, dass eine Nervenfaser, wenn sie zu einem Capillargefäss tritt, sich mit der Wand desselben vollkommen identificire, oder dass sich die Nervenfaser allmälig in ein anderes Gewebselement umgestalte. So viel steht fest, dass wirklich Nervenprimitivfasern an den Capillaren enden; es sind dies aber in der Regel Gefässe von 0,0009 P. Z. Dm., die sich wieder in ein System feinerer Gefässe zu wiederholten Malen spalten, während eben an diesen feinen Gefässchen keine Spur eines Nerven zu entdecken ist (obschon sie sich auf direct angebrachte Reize, vermöge ihrer Contractilität, zusammenziehen). Immer findet sich nur eine Primitivfaser (von 0,0001 P. Z. Dm.), welche eines jener Gefässe begleitet und indem sie Zickzacklinien bildet, an der Gefässwand hart anliegt; ihr Ende am Gefässe ist deutlich zu erkennen und abgerundet, ohne kolbige Anschwellung. Es scheint sonach, dass eine gewisse Summe von Capillaren, jene nämlich, die zu einem grössern Capillargefässe gehören, unter der Herrschaft nur einer Nervenfaser stehn, und dass die Haargefässe, die zu einer solchen Gruppe gehören, auf angebrachte Reize sich auch gleichartig verhalten müssen. — 11) Die Art, wie ein Reiz auf die Capillaren wirkt, ob er wirklich Zusammenziehung derselben veranlasst oder sogar eine Erweiterung bedingt, hängt ab: von der Art des Reizes, von seiner Stärke, von der Dauer seiner Einwirkung und hauptsächlich von dem Zustande (von der Ausdehnung oder Verengerung), in dem sich das Capillargefäss bereits befindet, so dass derselbe Reiz, durch den ein erweitertes Gefäss verengert wird, das normale Gefäss zum Erweitern bestimmen kann.

b. **Verschiedenheiten der Capillargefässnetze.** In den Haargefässnetzen lassen sich eigenthümliche Form- und Bildungscharaktere unterscheiden, durch welche man verwandte Organentheile zu erkennen vermag. Im Allgemeinen ist zwar die Form derselben einfach und stellt entweder Maschen oder Schlingen dar, aber diese variiren in Gestalt und Grösse nach den verschiedenen Theilen und sind mit verschieden gestalteten Verbindungen der feinsten Arterien und Venen untermischt. — Die verschiedene Form der Capillargefässnetze hängt (nach *Henle*) ab: *a)* von dem Kaliber der Röhren, welches sich wieder nach dem Durchmesser der Blutkörperchen richtet (s. vorher); *b)* von dem Durchmesser der Zwischenräume (Maschen) zwischen denselben, der sich nach der Anfüllung der Röhren richtet. Je gefüllter diese und je grösser der Blutverbrauch, um so enger erscheinen die Maschen (am engsten sind sie in den Lungen, wo sie fast durchgängig feiner als die Gefässe sind, in den Drüsen der Cutis und den Schleimhäuten und in Organen, welche wachsen; am weitesten sind sie in den Nerven, den fibrösen und serösen Theilen u. s. w.). *c)* Von der Form der Räume (Maschen), welche die Röhre begränzen und die sich entweder der rundlichen oder der gestreckten nähert.

Sömmerring bemerkte, dass die Verzweigung in den Dünndärmen einem unbelaubten Bäumchen, in der Placenta einem Quaestchen, in der Milz einem Sprengwedel, in den Muskeln einem Reiserbündel, in der Zunge einem Pinsel, in der Leber einem Sterne, im Hoden einer Haarlocke und in der Riechhaut einem Gitter ähnlich sei. Die dichtesten Netze mit den feinsten Maschen finden sich in den Lungen, der Chorioidea, der Leber, den Nieren, der Schleim- und Lederhaut.

Arnold nimmt folgende Formen der von den feinsten Zweigen der Arterien gebildeten Netze an: 1) die geradlinige, wie in den Muskeln; — 2) die wellenförmige, im Zellgewebe; — 3) die schlingenartige, in Sinnesorganen; — 4) die maschenartige, in Faserhäuten; — 5) die winklige, in Nerven; — 6) die ästige, im Netz und Gekröse; — 7) die quastenförmige, im Mutterkuchen und in Drüsen; — 8) die knäuelförmige, ebenfalls in Drüsen; — 9) die pinselartige, in der Zunge; — 10) die sternförmige, in der Leber.

Berres theilt die arteriösen Capillargeflechte in folgende ein: 1) das geschlängelte Geflecht, *plexus undulatus*, gebildet von geschlängelten, wellenförmigen Zweigelchen, (im Zellgewebe, *plex. choroid. lateral.*); — 2) schlingenförmiges Geflecht, *plex. ansatus*; grössere Zweige geben mit einander anastomosirende Zweigelchen, bald unter rechten, bald unter spitzen Winkeln ab; verschiedene dieser Netze liegen dicht

über einander (an den Finger- und Zehenspitzen unter den Nägeln, an der Nasen-, Mund-, Zungen-, Lippen- und Scheidenschleimhaut, in den Geschmackswärzchen, Darmzotten, *process. ciliares*); — 3) lineales Geflecht, *plex. linealis;* parallele, hier und da durch Zwischenästchen verbundene Netze (in den Muskeln, der Chorioidea, *corp. ciliare, iris*); — 4) spitzwinkeliges Längengeflecht, *plex. longitudinalis angulo acuto ornatus*, eine Modification des vorigen, indem die Längenzweige unter spitzigen Winkeln durch die Verbindungszweige verbunden sind (in den Nerven, der *retina, subst. cortical.* des Gehirns); — 5) baumzweigähnliches Geflecht, *plex. dendriticus* (in den serösen Häuten); — 6) Längenmaschengeflecht, *plex. maculoso-longitudinalis* (im fibrösen Systeme); — 7) Maschengeflecht, *plex. maculosus*, ist das am weitesten verbreitete, selbstständige, neutral zwischen Arterien und Venen befindliche, das eigentliche Capillargefässsystem; ist etwas enger als die Blutkügelchen; — 8) excentrisches Geflecht, *plex. excentricus* (in den Drüsen), ist pinselförmig (in der Milz und Placenta), dendritisch (in den Speicheldrüsen und der Leber), gegabelt (in den Nebennieren), sternförmig (in den Nieren).

Henle unterscheidet 2 Hauptformen, die mit rundlichen und gestreckten Maschen, zwischen denen eine 3. Form liegt, die von beiden einen ziemlich gleichen Theil hat. Die rundlichen Maschen sind die gewöhnlichsten, namentlich in den Theilen, welche ein sehr dichtes Capillarnetz haben, wie die Lungen, Drüsen, *membrana Ruyschiana*, Lederhaut und viele Schleimhäute. Die kreisförmige Gestalt der Maschen, welche die Grundform ist, zeigt indess manche Unregelmässigkeiten, indem sie sich einerseits zu schmalen Spältchen reduciren, andererseits einer winkeligen, quadratischen oder polygonalen Form nähern. — Gestreckte Maschen sind diejenigen, in welchen mit einer gewissen Gleichförmigkeit der eine Durchmesser (Längsdurchmesser) den andern (Querdurchmesser) bedeutend überwiegt. Sie kommen in allen Theilen vor, wo die Capillarnetze feine Röhren oder Faserbündel umspinnen, am auffallendsten zwischen Muskeln und Nerven, wo die Maschen die Form eines Oblongum haben, dessen schmalste Seite oft nur den 10. Theil der langen, der Längenachse der Fasern parallel liegenden, ausmacht. — Beide Arten von Maschen, die runden wie die gestreckten, erhalten wieder, bei einiger Grösse, ein verschiedenes Ansehen, je nachdem die begränzenden Röhrchen gerade (wie in den Nerven, Muskeln, Sehnen) oder geschlängelt (wie in den Häuten, dem Zellgewebe, der Fetthaut) verlaufen. — Eine Varietät der gestreckten Maschen bilden die schlingenförmigen (in den Pupillen). — Die dritte, zwischen beiden vorigen mitten inne stehende Form, bildet ein unregelmässiges Netz mit runden, gestreckten, drei-, viereckigen und polygonal begränzten Maschen, welches in den minder gefässreichen Theilen und zwischen Röhren von grösserem Kaliber (in der Beinhaut, dem interstitiellen Zellgewebe) vorkommt.

Krause nimmt folgende Capillargefässnetze an: 1) Schlingennetze; indem ein Capillargefäss eine Strecke in einer gewissen Richtung läuft, sich kurz umbiegt und in derselben Richtung zurückkehrt, entsteht eine Schlinge, deren dasselbe Gefäss nach einander mehrere bildet. — 2) Schlingenbüschel; indem mehrere Schlingen eng beisammen liegen, bilden sie kegelförmige oder pyramidale Büschel, oder — 3) Schlingenknäuel, knäuelförmig zusammengerückte Ballen. — 4) Bogenförmige Maschennetze. — 5) Irregulär gitterförmige Maschennetze. — 6) Länglich gitterförmige Maschennetze. — 7) Schlingenmaschennetze.

Die **Menge** der Capillargefässe ist eben so wie die Form ihrer Netze und ihre Grösse nicht überall gleich, denn in manchen Theilen liegt zwischen grossen Maschen viel Substanz, in andern enthalten dichte Netze nur wenig davon zwischen sich. Von der grössern oder geringern Menge dieser Gefässe hängen viele, sowohl physikalische wie Lebenseigenschaften der Theile ab. Diejenigen Organe zeichnen sich hauptsächlich durch Reichthum an Haargefässen aus, welche viel Blut erhalten, das nicht nur zu ihrer Ernährung, sondern auch zur Bereitung und Absonderung gewisser Säfte verwendet wird, wie die Schleim- und Lederhaut. Hier haben die Haargefässnetze auch eine ganz andere Gestalt, als in den Theilen, in welchen das Blut nur zur Ernährung der Substanz dient.

c. **Function der Haargefässe.** Durch diese sehr engen, aber ungemein zahlreichen Röhrchen, welche ebenso wie die Arterien Contractilität und Elasticität besitzen und nicht nur das Innere aller Organe durchweben, sondern sich auch dicht unter der Oberfläche derselben verbreiten, kann das Blut nur langsam und in kleinen Strömchen oder nur in einzelnen Kügelchen dringen und es muss deshalb dicht an ihren dünnen Wänden hingeführt werden. Durch diese Einrichtung und ihre netzförmige Verbreitung, vermöge welcher das Blut sich lange in den Organen aufzuhalten genöthigt ist, hat es Gelegenheit, längere Zeit in innige Berührung mit den Geweben derselben zu treten. Und dieses geschieht, indem während des Lebens dünne aus dem Blute abgesetzte Flüssigkeiten (mittels Exosmose) durch die Wände der Haargefässe, sowohl in die Substanz als an die Oberfläche der Organe dringen, oder umgekehrt (mittels Enosmose) auch Stoffe von aussen eintreten. Die ernährenden Bestandtheile des Blutes treten als Bildungsflüssig-

keit (s. S. 142) mittels Exosmose durch die Wände der Capillargefässe und infiltriren sich eine Strecke weit in das Parenchym der Organe, um so weiter, je weniger sie von den zunächst gelegenen verändert werden (Aehnliches zeigt sich auf Wiesen, die zur bessern Cultur mit einem Systeme von Bächen künstlich durchzogen werden). Am kräftigsten muss das Wachsthum am Umfange der Röhren sein, und so lange eine Vermehrung der Substanz statt findet, bildet sich die neue um oder über den Gefässen und drängt die reifere nach aussen. (Das Weitere s. später bei Kreislauf, Ernährung, Absonderung und Aufsaugung.) Es tritt also dieses Gefässsystem mit den organischen Substanzen und mit der Aussenwelt in Wechselwirkung und hier geschieht der Umtausch der Stoffe, die Ernährung, Ausscheidung und Aneignung zum Leben. Es versteht sich, dass, so wie der Bau, die Vertheilung dieser Gefässe und die Form ihrer Netze an verschiedenen Stellen etwas Eigenthümliches und Charakteristisches haben, auch die von ihnen ausgeschiedenen Stoffe nach ihrer und der Bestimmung der Organe, in welchen sie abgesetzt werden, sich verschieden verhalten müssen. Die aufgeführten Functionen der Haargefässe stehen natürlich unter dem Einflusse der Nerven (vegetative), durch welche das Blut in ihnen verwandelt und zur Ernährung, Absonderung u. s. w. verbraucht wird. Die veränderte Lebensthätigkeit dieser muss also auf die Functionen jener bedeutende Einwirkung haben. — Auf welche Art etwas aus diesen feinen Gefässchen austreten oder in sie eindringen kann, hat man lange vergeblich zu erforschen gesucht. Einige nahmen in den Wänden unsichtbare Poren an, denen Manche noch die besondere Fähigkeit zutheilten, sich erweitern oder verengern zu können, zugleich mit einem lebendigen Einflusse auf die Substanzen, welche sie herein- oder herauslassen wollten. Andere vermutheten, dass von den Haargefässen noch kleinere Röhrchen ausgingen, *vasa exhalantia*, aushauchende Gefässe, welche mit offenen Enden aufhören sollten. Allein das Resultat der mikroskopischen Beobachtungen und der feinsten Injectionen ist, dass die Capillargefässe nur Uebergänge der Arterien in die Venen sind und dass keine andere Art von Gefässen aus ihnen entspringt, dass es also keine feinsten Gefässenden gibt. Ferner zeigten auch *Dutrochet* und *Magendie*, dass dieses Ein- und Austreten von Flüssigkeiten weit mehr ein physikalischer als Lebensact und mehr der Imbibition, Enosmose und Exosmose (s. S. 33 u. 208) zuzuschreiben sei, als feinen, unsichtbaren, mit tiefer Einsicht oder Wahlinstincte begabten Mündungen der Capillargefässe (wie *Haller*, *Albini* und *Bichat* annehmen).

C. *Venae*, Blutadern.

Venen werden diejenigen blutführenden Gefässe genannt, welche das durch die Arterien in alle Theile des Körpers geleitete Blut aus diesen zu den Vorhöfen des Herzens zurückführen. Sie hängen durch die Capillargefässe unmittelbar mit den letzten, feinsten Endchen der Arterien zusammen und nehmen ihren Ursprung, wenn wir dem Laufe des Blutes folgen, vom Herzen entfernt, aus dem Capillargefässnetze der Organe, als kleine, netzförmig anastomosirende Gefässchen (Venenwurzeln), die nach und nach zu grössern und wenigern Zweigen zusammenfliessen, welche endlich durch öftere Vereinigungen nur einige wenige grosse Venenstämme bilden. Verfolgen wir also die Venen vom Herzen aus, so bieten sie denselben Charakter der Verzweigung wie die Arterien dar, nur dass das Blut in ihnen einen umgekehrten Lauf hat und aus den kleinern in die grössern Zweige fliesst. Es bilden aber ebenfalls die kleinern, in einen grössern Ast zusammenstossenden Zweige zusammengenommen eine weitere Höhle,

als die des grössern Astes ist, und deshalb muss das Blut in den kleinern Venen langsamer fliessen, in den grössern aber desto geschwinder, je mehr Zweige zu ihrer Bildung zusammengetreten sind. Da die Wände der Venen den durch die Zusammenziehung des Herzens verursachten Druck des Blutes nicht unmittelbar auszuhalten haben, so sind dieselben weit dünner als die der Arterien und es fehlt ihnen die elastische Haut.

a. **Bau der Venen.** Die Venen besitzen weit dünnhäutigere, schlaffere, ausdehnbarere und durchsichtigere Wände, als die Arterien, weshalb sie, wenn sie leer sind, zusammenfallen und auch sehr leicht durch äussere Kraft zusammengedrückt werden können. Die Wände der meisten Venen bestehen nach früheren Untersuchungen nur aus zwei in einander eingeschlossenen Häuten, aus einer äussern (zelligen) und einer innern (allgemeinen Gefässhaut); an den grössern Venenstämmen zeigt sich dann noch eine mittlere (Faserhaut). Nach *Henle* ist aber die Ringfaserhaut weit dünner als an den Arterien und hat statt der eigenthümlich granulirten Fasern entweder durchaus oder wenigstens in ihrem grössern, äusserlich gelegenen Theile Bündel von Zellgewebe, welche von den längslaufenden weniger bestimmt geschieden und oft von denselben durchzogen sind. Man kann dieses Zellgewebe als contractiles bezeichnen. An den grossen Venenstämmen in der Nähe des Herzens wird es durch wahres Muskelgewebe ersetzt, welches an der *vena cava superior* bis zum Schlüsselbeine, an der *vena cava inferior* bis zum Zwerchfelle, und an den *vv. pulmonales* bis zur Theilung der Stämme in ihre Aeste verfolgt werden kann. Die geringere Mächtigkeit und die eigenthümliche Structur dieser contractilen Zellgewebshaut, die der mittlern und nicht der äussern Arterienhaut entspricht, ist Schuld, dass die Venen leichter zusammenfallen; auf dem Mangel der elastischen Haut beruht ihre geringe Elasticität. Die Längsfaserhaut wird in den grössern Venen nicht leicht vermisst; die gestreifte Haut kommt in stärkern und schwächern Lagen vor; das Epithelium ist ebenfalls vorhanden. Nach *Kölliker* besitzen die Venen fast ohne Ausnahme und meist in der mittlern Haut glatte Muskeln (s. S. 244), jedoch ist die Mächtigkeit derselben viel geringer als bei den Arterien, was zugleich mit der viel unbedeutenderen Entwickelung des elastischen Gewebes in ihnen einen ihrer Hauptcharaktere abgibt. Dagegen stimmen in Bezug auf die Vertheilung der Musculatur die Venen mit den Arterien insofern überein, als auch bei ihnen die Stämme mittlerer Weite dieselbe am reichlichsten, die kleinen und grössten Venen dagegen in geringerer Zahl besitzen. — Eine Eigenthümlichkeit mancher Venen beruht in der Anwesenheit von Klappen. — Von den früher angenommenen Venenhäuten führte man Folgendes an:

1) *Tunica cellulosa*, äussere Haut, Zellhaut (s. S. 412), ist dieselbe wie an den Arterien, nur weniger dick und dicht, schlaffer und leichter zerreissbar. Nicht überall an den Venen findet sie sich; sie fehlt da, wo diese von steifen, unnachgiebigen Wänden umgeben sind, wie zwischen den Platten der harten Hirnhaut *(sinus durae matris)*, in Knochenkanälen, in den Zellkörpern des Penis. Auch in ihr hat man neuerlich elastische Fasern gefunden.

2) *Tunica fibrosa*, mittlere Haut, Faserhaut, welche nach *Henle*, wie vorher gesagt wurde, ebenfalls von der Ringfaserhaut, nebst einer Lage von contractilem Zellgewebe, gebildet wird und sehr gefässreich ist (deshalb häufiger Entzündung der Venen), ist sehr dünn und locker, und besteht aus eigenthümlichen, zartern, weichern, röthlichern, ausdehnbarern und weniger leicht zerreissbaren Fasern, als die elastische Haut der Arterien. Die Fasern, welche fast nur longitudinal verlaufen und nur, wo sie dicht an die innere Haut gränzen, eine etwas quere Richtung nehmen, sind platt, nicht ästig (wie die elastischen Fasern), im Zickzack gebogen und schon nach kurzem Kochen Leim gebend; man hat sie für Muskelfasern erklären wollen. *Räuschel* fand wirkliche Muskelfasern nur an der obern und untern Hohlvene und an der Lungenvene; bei allen dreien aber nur nahe am Herzen. *Valentin* nimmt eine mittlere Venenhaut an, welche aus eigenthümlichen, vielen Faserstoff enthaltenden musculösen Fasern besteht, deren Bündel Netze bilden, meist vorherrschend longitudinal verlaufen, zwischen sich Zellgewebsfasern haben und den Venen die Eigenschaft verleihen, ihr Lumen sehr bedeutend und rasch zu verändern.

3) *Tunica interna*, innere Haut, wird von derselben allgemeinen Gefässhaut *(tunica vasorum communis)* gebildet, wie die innerste Haut der Arterien, nur dass sie in

den Venen schlaffer, dünner, zarter, ausdehnbarer und weniger brüchig ist. Sie ist im Alter nicht so zur Verknöcherung geneigt und bildet in den meisten Venen halbmondförmige, taschenähnliche Falten, Klappen, *valvulae*. Auch da, wo die äussere Haut, mit der sie übrigens sehr fest zusammenhängt, fehlt, kleidet sie die Höhlen, in welchen Venenblut fliesst, aus.

Die **Klappen**, ***valvulae venarum***, Taschenventile, sind nach Einigen Falten (Duplicaturen) der innersten Gefässhaut, oder nach *Henle* aus Zellgewebe gebildete und mit Epithelium überzogene Fortsätze, welche in die Höhle der Venen hinein halbmondförmige Vorsprünge bilden, die den Taschen in Kutschen nicht unähnlich sind. Mit dem einen, convexen Rande hängen sie mit der Gefässwand zusammen, woselbst ein kleiner Wulst, Damm, *agger*, entsteht; der andere etwas ausgeschnittene und dickere Rand ragt frei in die Höhle der Vene hervor und ist stets gegen das Herz gerichtet; beide Ränder kommen in 2 Spitzen, *cornua*, zusammen. Zwischen der von diesen beiden Rändern begränzten Falte und der Venenwand bleibt eine sackförmige, taschenähnliche Vertiefung *(sinus)*, deren Oeffnung nach dem Herzen hin gerichtet ist, so dass das rückfliessende Blut diese erfüllt und das Lumen der Vene schliesst, während die Klappe von dem vorwärtsströmenden Blute an die Venenwand angedrückt wird. — An den grössern Klappen liegen (nach *Henle*) unter dem Epithelium Schichten von Fasern, wie die in der gestreiften Haut der Gefässe; übrigens bestehen die Klappen nur aus Zellgewebe, welches aber mit dem fibrösen Gewebe die vollkommenste Uebereinstimmung zeigt.

Die Klappen kommen nicht in allen Venen gleichmässig vor; sie finden sich nur an denjenigen Stellen, wo die Circulation durch die Schwere der Blutsäule oder durch Druck leicht gestört werden könnte. Sie fehlen deshalb in den Venen, welche in weichen, drüsigen Theilen oder in einer Höhle vor Drucke geschützt liegen. Dagegen sind sie in den Venen der untern Körperhälfte (mit Ausnahme der Venen der Unterleibseingeweide) und der Gliedmaassen sehr häufig und stark entwickelt. Am häufigsten findet man sie in den oberflächlichern Blutadern, in denen von mittlerer Grösse, und an spitzwinkeligen Vereinigungen grösserer Zweige. In allen sehr kleinen Venen und Communicationszweigen fehlen sie, schon in denen von weniger als 1''' Dm. kommen sie sehr selten vor und sind fast unmerklich. — In kleineren Venen oder an Einmündungsstellen bestehen die Klappen meist nur aus 1 Tasche, dagegen findet man sie in den grössern Venen paarweise, einander gegenüberliegend; nur selten kommen 3 oder 4 neben einander vor. Da, wo sich 2 Klappen vorfinden, sind sie in kleinen Venen länglich und schmal; einen flachen Vorsprung bilden sie, wenn blos eine Klappe vorhanden ist. — Ihre Grösse ist sehr verschieden; gewöhnlich verschliessen sie das Lumen der Vene ganz, was vorzüglich da der Fall ist, wo mehrere Klappen beisammen liegen, während einzelne es nur verengern.

Gefässe und Nerven erhalten die Wände der Venen zu ihrer Ernährung eben so wie die der Arterien, nur ist ihre Menge wegen ihrer geringen Dicke kleiner. Deshalb zeigen die Venen wahrscheinlich auch einen geringern Grad von Reizbarkeit und Lebensbewegung als die Arterien.

b. **Unterschiede der Venen von den Arterien.** Ausser durch die Texturverschiedenheiten und den entgegengesetzten Lauf des (dunkelrothen) Blutes in den Venen zeichnen sich dieselben noch in mancher Hinsicht von den Arterien aus. — 1) Die Venen sind weiter und zahlreicher. Obgleich sie fast alle mit den Arterien verlaufen, so ist ihre Anzahl doch deshalb grösser, weil neben 1 Arterie öfters 2 Venen liegen und weil man dicht unter der Haut im Zellgewebe, wo keine grössern Arterien zu finden sind, sehr viele und nicht unbedeutende Venen finden kann, d. s. Hautvenen, *venae subcutaneae s. superficiales*. — Hinsichtlich der Weite kann man annehmen, dass der Durchmesser aller Venen ungefähr noch einmal so gross ist, als der Durchmesser der Arterien; deshalb muss auch das Blut langsamer in ihnen, als in den Arterien fliessen. — 2) Die Communicationen zwischen den Venen sind weit häufiger und allgemeiner. Sie

bilden vielfache Anastomosen, Geflechte und Netze, welche nicht nur zwischen den kleinern und oberflächlichern Zweigen, sondern auch bei den grössern und tiefen Stämmen vorkommen. Vorzüglich zahlreich sind die Venenanastomosen an den Stellen, wo der Lauf des Blutes leicht durch einen Druck gehemmt oder durch seine eigene Schwere behindert werden könnte. Dies findet vorzüglich statt: in der Haut und zwischen den Muskeln, hauptsächlich der Gliedmaassen. Wegen dieser Einrichtung kann der Blutlauf in den Venen selbst bei sehr bedeutenden Hindernissen fortbestehen. Indessen verbinden sich die Venen an einigen Theilen auch deshalb so vielfach, um dieselben auszudehnen und zu erwärmen, z. B. an dem Penis, Uterus, den Muttertrompeten. Um den Mastdarm, Blasenhals und die Wurzel des Penis sind die Venenanastomosen so dicht, dass sie sich durch nichts, als durch die Grösse von den engsten Capillargefässnetzen unterscheiden. — 3) Die Venen verlaufen in mehr gerader Richtung, wodurch der Lauf des Blutes in ihnen mehr begünstigt ist, was nothwendig wird, da die Zusammenziehung des Herzens weit weniger Einfluss auf die Fortschaffung des Blutes in ihnen hat, als in den Arterien. — 4) Die Mehrzahl der Venen liegt der Oberfläche näher. Dies zeigen vorzüglich die vielen und grossen Hautvenen der Extremitäten und die des Gehirns.

c. **Lebenseigenschaften der Venen.** Die Blutadern scheinen, ebenso wie das in ihnen fliessende Blut weniger lebenskräftig ist, auch eine geringere Lebendigkeit zu besitzen. Denn ihre Wandungen sind dünner, schlaffer und mit ungleich weniger Nerven versehen als die der Arterien; ihre Fasern sind sparsam, undeutlich und fast nur longitudinale. Sie geben mehr nach und verengern sich weniger; oft sind sie nicht ganz mit Blut gefüllt oder selbst leer, ohne zusammengezogen zu sein. Indessen geht ihnen, da sie die Ringfaserhaut besitzen, Reizbarkeit und Bewegungskraft nicht ganz ab, doch besteht letztere ebenso wenig wie bei den Arterien in dem Vermögen, sich schnell und sichtbar zusammen zu ziehen, sondern nur in einer allmäligen Verengerung, so dass man nicht den Act, wohl aber den Effect bemerkt, der durch gewisse Umstände (wie Kälte, Furcht, Schreck u. s. w.) ziemlich schnell hervorgerufen werden kann. Diese unmerkliche Contractilität, welche auf die Bewegung des Blutes in den Höhlen der Venen einen merklichen Einfluss äussert, besitzen dieselben aber im geringern Grade, als die Arterien. — Ausserdem kommen den Venen ebenso wie den Arterien vermöge ihrer Textur noch die Lebenseigenschaften zu, welche alle mit Gefässen und Nerven versehenen Theile besitzen.

d. **Verrichtungen der Venen** (Resorptionskraft derselben). Die Hauptfunction der Venen ist: das Blut von allen Punkten des Körpers zum Herzen zurückzuleiten (s. bei Kreislauf). Doch soll ihnen auch die Fähigkeit zu resorbiren zukommen. — Ehe man von den Lymphgefässen, welche durch *Aselli* (i. J. 1622) entdeckt wurden, eine Kenntniss hatte und doch eine Aufsaugung (z. B. des Chylus) wahrnahm, schrieb man alle Resorption den Venen zu. Nachdem man aber die Lymphgefässe (durch *Rudbeck*, *Bartholin* und *Jolyff*) genauer kennen gelernt hatte, sah man diese für die alleinigen Organe der Resorption an. Dieser letztern Ansicht widerspricht nun aber der schnelle Uebergang (schon nach einigen Minuten) von Stoffen in das Blut und die Nieren, sowie die Resorption in Theilen, wo Lymphgefässe nicht zu entdecken sind (z. B. in den Knochen, im Auge, in der Keimhaut); ferner widerlegen dieselbe auch die Versuche von *Magendie*, *Emmert*, *Mayer*, *Tiedemann*, *Gmelin* und *Westrumb*. Da nun auch eine Communication der Lymphgefässe mit kleinen Venen nicht nachgewiesen werden kann, so schreibt man sowohl den Venen, wie Lymphgefässen, die Aufsaugungsfähigkeit zu. Allein es ist unnöthig, den Venen eine eigene Resorptionskraft zutheilen zu wollen, da es sich nachweisen lässt, dass aufgelöste Stoffe auch ohne dieselbe unmittelbar in das Blut der Capillargefässe dringen, in dessen Strome fortgeführt natürlich in die Venen gelangen müssen. Es ist das Urphänomen dieses unmittelbaren Ueberganges die Tränkung der thieri-

schen, auch todten Theile, mit Flüssigkeit durch ihre unsichtbare Porosität oder die **Imbibition** (Enosmose u. Exosmose s. S. 33. 208).

Ob die **Venen** auf die durch Imbibition in die Capillargefässe eindringenden aufgelösten Stoffe (denn nur solche können durch deren Wände dringen) auch eine Anziehung ausüben, vermöge der Bewegung des Herzens und des bei der Ausdehnung der entleerten Höhlungen entsprechenden hohlen Raumes, den das Venenblut zunächst auszufüllen strebt, und der dadurch auf alle Venen bis in die Capillargefässe zurückwirkt, ist noch zweifelhaft. Jedenfalls muss aber die Bewegung des Blutes die Imbibition befördern, insofern mit der Entleerung des Durchgedrungenen die Ursache der Imbibition, nämlich das Vermögen der Stoffe, sich in Flüssigkeiten gleichförmig auszubreiten, unterhalten, die Sättigung also immer wieder aufgehoben wird. — Ob das Blut in den Cappillargefässen oder diese selbst auch eine von den gewöhnlichen physikalischen Gesetzen abweichende organische Anziehung auf gewisse Stoffe äussern, ist noch zweifelhaft und nur von den Cappillargefässen der Placenta gewiss. (Das Weitere s. später bei Resorption.)

D. Saugadern oder Lymphgefässe, *vasa lymphatica s. resorbentia.*

Diese Gefässe stellen durchsichtige, platte (wenn sie nicht ganz angefüllt sind), cylindrische Röhren dar, welche äusserst dünne Wände und sehr viele Klappen besitzen, oberhalb welcher sie sich erweitern, so dass sie im etwas angefüllten Zustande ein knotiges und gegliedertes Ansehen erhalten. Der wichtigste Theil dieses Gefässsystems ist ein an seinem peripherischen Ende befindliches Capillarnetz, welches an den Oberflächen des Körpers und in seinen Höhlen membranös ausgebreitet ist und in parenchymatösen Organen wahrscheinlich, ähnlich den Capillarnetzen der Blutgefässe, die einzelnen Läppchen und Bündel umspinnt. Aus diesem Netze (in welches nicht wie bei dem Blutgefässnetze den Arterien entsprechende Lymphgefässnetze eintreten) entspringen kleine Lymphgefässe (wie die Venen aus dem Capillarnetze der Blutgefässe), die sich nach und nach zu grössern Stämmchen vereinigen und, mit den Blutgefässstämmen verlaufend, endlich in einen etwas grössern und einen kleinern gemeinschaftlichen Gang *(ductus thoracicus major* und *minor)* zusammentreten, von welchen der erstere in den Vereinigungswinkel der *vena jugularis interna* und *subclavia* der **linken** Seite einmündet, der letztere in dieselbe Stelle der **rechten** Seite. Der Inhalt dieser Gefässe ist eine weissliche, milde, milchige Flüssigkeit, entweder **Lymphe** oder **Chylus**, und ihr Geschäft besteht darin, Flüssigkeiten und wieder flüssiggewordene feste Theile einzusaugen und zunächst durch die *venae anonymae* in den Kreislauf des Blutes zu bringen.

Es ist also dieses Gefässsystem gewissermaassen ein Anhang des Venensystems, in welches sich ihre innere Haut unmittelbar (an den Einmündungsstellen) fortsetzt und dem sie auch noch in vieler Hinsicht gleichen. So werden ihre Wände nur aus denselben Häuten zusammengesetzt und die innere bildet ebenfalls Klappen; so gleichen ihr Verlauf, ihre Vertheilung und ihre vielfachen Communicationen unter einander denen der Venen; nur durch ihren Inhalt, ihre weit zahlreichern Klappen und wenigern Stämme unterscheiden sie sich von diesen, sowie durch Bildung von netzförmigen Anastomosen und Verschlingungen, d. s. **Lymphdrüsen**, in welchen das Blut in nähere Berührung mit der Lymphe kommen und dadurch zur Aufnahme in's Blut vorbereitet werden soll.

a. **Bau der Lymphgefässe.** Da die Lymphgefässe einer übermässigen Ausdehnung nicht ausgesetzt sind, so besitzen sie auch nur dünne und undurchsichtige Wände, welche, nach der allgemeinen Ansicht, nur von 2 in

einander eingeschlossenen Häuten (trotz dem aber doch viel festeren und ausdehnbareren, als in gleich starken Blutgefässen) gebildet werden, von denen die äussere eine zellige, die innere eine Fortsetzung der das Innere der Venen auskleidenden allgemeinen Gefässhaut ist. Manche nehmen aber in den grössern Stämmen auch noch eine mittlere Haut an, die nach *Krause* der mittlern Venenhaut ähnlich und eine elastische ist, nach *Valentin* aus eigenthümlichen, gelbröthlichen, musculösen, viel Faserstoff enthaltenden Fasern mit lebhaftem Contractionsvermögen besteht, welche Fasern sehr selten gespalten sind, sich netzartig vereinigen und zwischen sich Zellgewebsfasern haben. Nach *Kölliker* verhalten sich die glatten Muskelfasern (s. S. 244) der Saugaderwände gleich denen der Venen so, dass sie in den Stämmen äusserst spärlich, in den kleinern Aestchen in grösserer Menge sich finden. — Wegen dieser durchsichtigen dünnen Wände ändert sich die Farbe der Lymphgefässe nach der ihres Inhaltes; so erscheinen sie anfangs, wo sie nur mit Lymphe gefüllt sind, farblos und durchsichtig, weisslich dagegen, wenn sie Speisesaft aufgenommen haben, und röthlich dem Hauptstamme näher.

1) *Tunica externa s. cellulosa*, ist eine weit dünnere Zellhaut, als die der Venen, und umgibt unmittelbar die innere Haut, wenn man nämlich eine mittlere Faserhaut nicht annimmt. Diese äussere Haut besteht aus festem Zellgewebe und ist sehr ausdehnbar und elastisch, so dass die Saugadern trotz ihrer Dünnheit und Durchsichtigkeit doch nicht so leicht zerreissen und fester sind als Arterien und Venen von gleichem Durchmesser. Wegen dieser ihrer Ausdehnbarkeit und Elasticität und ihrer verschiedenen Anfüllung mit Flüssigkeit muss ihr Durchmesser sehr veränderlich, also schwer zu ermitteln sein. Einige halten diese Haut für eine fibröse, Andere für eine musculöse und *Cruveilhier* für eine gelbe elastische *(tela dartoides)*. Nach Krause haben die Zellstofffasern in dieser Haut eine theils longitudinale, theils schräge und kreisförmige Richtung.

2) *Tunica interna s. tunica vasorum communis*, innere Haut, setzt sich aus den Venen unmittelbar in die Lymphgefässe (an ihren Einmündungsstellen) fort und ist die allgemeine Gefässhaut (s. S. 411); nur zeigt sie sich hier weit dünner, zarter, glatter, durchsichtiger, ausdehnbarer und bildet eine weit grössere Anzahl von Klappen. Nach *Krause* besteht sie aus meist longitudinalen, leicht geschlängelten, schräg sich kreuzenden Fasern.

Nach *Henle* sind die grössern Lymphgefässstämme und der *ductus thoracicus* auf folgende Weise zusammengesetzt: 1) die innerste Lage ist ein Pflasterepithelium, welches sich eben so verhält, wie das Epithelium der Blutgefässe, und durch eine homogene Membran mit Zellenkernen vertreten werden kann. — 2) Die 2. Schicht ist eine Längsfaserhaut und lässt sich zugleich mit dem Epithelium in sehr feinen Fäden und Streifen der Länge nach abziehen. Die Elemente dieser Haut gleichen grösstentheils den Zellgewebsbündeln und haben auch feine, nicht verästelte, aber sehr stark geschlängelte und gewundene Kernfasern; zum Theil und besonders in der innersten Lage haben sie das granulirte Ansehen der mittlern Arterienhaut. Auch kommen alle Arten von Uebergangsformen zwischen diesen granulirten Fasern und den Zellgewebsbündeln vor. Die Bündel liegen nicht ganz parallel, besonders nach aussen hin, sondern machen ein Netz von rhomboidalen, sehr in die Länge gezogenen Maschen, welches schon mit blossen Augen sichtbar ist. — 3) Um diese Längsfaserhaut liegt nach aussen eine Ringfaserhaut von verschiedener Stärke, welche nichts Anderes als Zellgewebsbündel zu enthalten scheint, die auffallend leicht in einzelne Fibrillen zerfallen. Die Bündel sind zuweilen so angeordnet, dass sie breite ununterbrochen ringförmige Bänder darstellen, welche durch eben so breite Zwischenräume getrennt sind und der Wand des Gefässes ein, mit blossen Augen wahrnehmbares, quergestreiftes Ansehen geben. Diese Querfaserschicht geht allmälig in das formlose Zellgewebe über, welches das Lymphgefäss umgibt und in der Regel viel Fett enthält. — Die Entwickelung dieser Häute an den kleinern und kleinsten Lymphgefässen findet jedenfalls nach denselben Gesetzen, wie an den Blutgefässen, statt.

Die **Klappen**, welche den Rückfluss der Lymphe nach den Aesten zu verhindern, sind den Saugadern viel nothwendiger als den Venen, weil die in ihnen fortbewegte Flüssigkeit nicht überall ihre Höhle ausfüllt und deshalb leichter zurückfliessen könnte. Sie gleichen den Klappen der Venen

sowohl in Stellung als Form, nur liegen sie dichter hinter einander. Sie werden nämlich von halbmondförmigen und etwas vertieften Vorsprüngen der innern Haut gebildet (?), liegen paarweise (selten einfache oder dreifache) bei einander und kehren ihren freien, etwas ausgeschnittenen Rand dem Hauptstamme zu. *Lauth* sah in den Lymphgefässen der Leber ringförmige Klappen. — Sie werden um so häufiger, je entfernter das Gefäss vom Hauptstamme liegt; in diesem selbst ist dagegen ihre Anzahl geringer, wahrscheinlich weil hier die Flüssigkeit, welche von allen Seiten in diesem engen Gange zusammenströmt, eine mehr continuirliche Säule bildet, welche weniger leicht zurückgeschoben werden kann, und weil dieser Gang wegen seiner Lage weniger dem Drucke ausgesetzt ist. — Nach *Valentin* bestehen diese Klappen aus denselben Elementen, wie die Wandungen des Lymphgefässes selbst, nämlich aus der innern, mittlern eigenthümlichen Faser- und äussern Zellgewebshaut. Sie sind an Gefässen von $\frac{1}{3}$—$\frac{3}{4}$''' noch mit blossem Auge wahrnehmbar, und an feineren findet man sie mit Hülfe des Mikroskops. Nach *Fohmann* fehlen sie in den feinen Gefässen der Haut und der Muskeln. — Gleich den Klappen der Venen sind sie, nach *Henle*, nur aus Zellgewebe gebildete und mit Epithelium überzogene Vorsprünge. An der Stelle, wo sie von der Wand des Gefässes entspringen, finden sich in dieser sehr entschiedene Ringfasern vom Ansehen des fibrösen Gewebes; diese Fasern sind weniger ausdehnbar, als die Wände des Gefässes zwischen den Klappen, daher an den ausgedehnten Saugadern die den Klappen entsprechenden Einschnürungen und die knotenförmigen Auftreibungen dazwischen, während an den zusammengefallenen Lymphgefässen die Stellen, wo sich Klappen befinden, als Anschwellungen erscheinen.

Die Wände der Saugadern erhalten, wie die des übrigen Gefässsystems, ernährende Gefässe, welche wahrscheinlich auch von ganz feinen Nerven und Lymphgefässen begleitet werden, die man aber noch nicht hat entdecken können. — Nach *Mascagni* sind noch die tiefen Lymphgefässe der Drüsen von Blutgefässnetzen umsponnen, welche mit den eigenthümlichen Capillargefässen der Drüsen in Verbindung stehen.

b. **Verbreitung und Verlauf der Lymphgefässe.** — α) Die **Anfänge** der Lymphgefässe, welche nicht, wie man früher glaubte, aus den Blutgefässen hervorgehen, sondern sich überall im Umhüllungs- und Organenzellgewebe, sowohl in der Substanz als an der Oberfläche der Organe finden, zeigen sich bei Injectionen (von *Fohmann*, *Panizza*, *Brechet*, *Arnold*), die aber durchaus keine sichern Resultate geben können, in zweifacher Form. Entweder 1) als dichte Netze mit bald länglichen, bald mehr gleichförmigen Maschen, welche häufig kleiner sind als der Durchmesser der feinsten Lymphgefässe selbst, so dass sie fast wie Aggregate von Zellen aussehen; oder 2) als mit einander zusammenhängende kleine, mehr oder weniger regelmässige aus feinem Zellstoffe gebildete Bläschen oder Zellchen, deren Menge so gross ist, dass das Zellgewebe selbst der Anfang der Saugadern zu sein scheint, oder dass, nach *Fohmann*, alles, was wir als Zellgewebe ansehen, Lymphgefässe sind. Diese Zellchen sollen sich dann in sehr enge durchsichtige, nur aus der innersten Gefässhaut gebildete Kanälchen verlängern, welche sich unter einander zu einem Netze verbinden, aus dem alsdann stärkere Lymphgefässe (von $\frac{1}{20}$—$\frac{2}{5}$''' Dm.) hervorgehen. *Müller* hält die Zellen für die Maschen des Netzes, dessen Gefässchen aber niemals so fein als die Capillargefässe und stets mit blossem Auge sichtbar sind. — Im Darmkanale finden wir Gelegenheit, die Ursprünge der Lymphgefässe etwas genauer kennen zu lernen, wenn sie während der Verdauung mit Chylus gefüllt sind, dessen Körnchen und Tröpfchen ihnen eine glänzend weisse Farbe ertheilen. Hier bilden sie in den Darmzotten, nach *Henle*, einen einfachen Kanal, welcher mit einem blinden, zuweilen etwas kolbig angeschwollenen Ende anfängt und später sich in ein Capillarnetz von Lymphgefässen verliert. Nach *Krause* entsteht nun aber dieses Saugaderstämmchen aus mehrern kleinern Saugadern, die netzförmig communiciren und es ist daher bis jetzt nur

wahrscheinlich, dass die Anfänge der Lymphgefässe überall **Netze** bilden. Diese Netze sind häufiger engmaschig, ihre Maschen haben eine rechtwinkelige und gestreckte Form, und die Gefässe, welche die Netze bilden, bleiben in ihrem Durchmesser (von $^1/_{100}$ — $^1/_{120}$''' nach *Krause*) überall ziemlich gleich. In allen Häuten liegen die feinsten Netze der Oberfläche zunächst und stärkere darunter in der Tiefe.

β) Im weitern **Verlaufe** liegen die aus dem Capillarnetze hervorgetretenen Lymphgefässstämmchen in mehrern, vielfach mit einander communicirenden und mehr gestreckt verlaufenden (meist von $^1/_{20}$ — $^1/_5$''' im Dm.) Strängen oft eine ansehnliche Strecke parallel neben einander, bevor sie unter sehr spitzigen Winkeln in stärkere Stämmchen (von $^1/_4$ — $^3/_4$''' Dm.) zusammenfliessen, deren Wände etwas an Dicke zunehmen und welche dann meist in gerader Richtung mit den Venen verlaufen. Wegen ihrer unzählig häufigen, netzartigen Anastomosen, welche in den kleinern Saugadern dichte Netze, in den grössern Geflechte (*plexus lymphatici*) darstellen, ist ihre Vereinigung noch weniger regelmässig als in den Venen und sie nehmen also auch nicht so bedeutend an Stärke zu und an Zahl ab. In manchen Theilen zeigt ihre Verbindung eine eigenthümliche Form; so treten sie an der Oberfläche der Leber netzförmig, im Hoden bündelförmig, am Herzen baumförmig u. s. w. zusammen. Im Allgemeinen begleiten sie die grössern Blutgefässe, vorzüglich Venen (doch sind sie weit zahlreicher und enger als die entsprechenden Venen), und laufen theils in der Tiefe zwischen den Organen als *vasa lymphatica profunda*, theils mit den Hautvenen als *vasa lymphatica superficialia s. subcutanea* im Unterhautzellgewebe. Im fortgesetzten Laufe treten die Saugadern, nachdem sie sich vorher in mehrere kleinere Zweige getrennt haben, in eine Lymphdrüse ein, als *vasa inferentia*, lösen sich in dieser plötzlich in eine Menge von Aesten auf, welche durch successive Theilung immer feiner werden, und sammeln sich dann wieder zu wenigern und grössern Zweigen, welche aus der Drüse heraustreten, als *vasa efferentia*, um ihren Lauf zu dem gemeinschaftlichen Hauptstamme fortzusetzen, und bisweilen noch ein oder mehrere Male durch Lymphdrüsen hindurchzutreten. Nur selten erreicht ein Lymphgefäss den *ductus thoracicus*, ohne durch eine Drüse gegangen zu sein. Je näher sie dem Herzen kommen, um so weitläufiger werden die Netze und um so grösser die Zwischenräume.

γ) Hinsichtlich der **Endigung** der Lymphgefässe kann bis jetzt nur angenommen werden, dass sie sich mittels ihrer beiden Hauptstämme (*ductus thoracicus major* und *minor*) in die *vv. subclaviae* einmünden, und dass andere Verbindungen mit Venenstämmen nur als Ausnahmen anzusehen sind, da die Natur nicht den Zweck zu haben scheint, die Lymphgefässe sehr bald in das Blut einzumischen. Denn dass es kleine Lymphgefässe gebe, welche sich in kleine Venen einsenken, so dass diese letztern gleichsam einsaugende Enden besässen, kann trotz *Fohmanns* interessanten Beobachtungen noch nicht als sicher hingestellt werden. Ein unmittelbarer Zusammenhang der Lymphgefässe mit den Venen in den Lymphdrüsen ist ebenfalls noch nicht bewiesen, wahrscheinlich erscheint nur eine sehr nahe Berührung beider Gefässe, so dass die zwei verschiedenen Flüssigkeiten (Lymphe und Blut) durch ihre sehr dünnen Wände hindurch eine wechselseitige Anziehung auf einander äussern können, wie in den Lungen die Luft- und Blutgefässe. Der Uebergang von Quecksilber aus Saugadern in Venen bei Injectionen ist mehr einer Zerreissung der dünnen, nahe an einander liegenden Wände zuzuschreiben.

δ) Was das **Vorkommen** der Lymphgefässe, ihre grössere oder geringere Menge und Weite in den einzelnen Theilen betrifft, so kann Folgendes hierüber gesagt werden. An allen Theilen des Körpers sind Saugadern deutlich sichtbar gemacht worden, nur nicht an den blutgefässlosen Theilen (einfachen Geweben; s. S. 79), sowie auch nicht in der Substanz des Gehirns (hier aber von *Arnold* beobachtet) und Rückenmarks, im Auge, im innern Ohre, in gewissen Knorpeln, und dem Mutterkuchen, den Eihäuten

und dem Nabelstrang; doch werden sie auch in diesen Theilen vermuthet. — Am zahlreichsten sind sie an den Oberflächen absondernder Häute, in den Drüsen und im Zellgewebe. An manchen Stellen sind sie ausgedehnter als an andern; so übertrifft die Stärke der an der untern Körperhälfte befindlichen Saugadern (vorzüglich im Samenstrange) die der obern bei weitem; die des Kopfes sind am feinsten. In grossen Körpern sind sie grösser, als in kleinen, und in jungen Leuten voller, als in alten. In manchen Theilen nehmen sie zu gewissen Zeiten sehr an Umfang zu, wie im Uterus während der Schwangerschaft, in den Brüsten beim Säugen.

c. **Verrichtung der Lymphgefässe.** Sie besteht in Aufnahme, Wegführung und in einem gewissen Grade auch in Umwandlung von Substanzen, welche ihren Anfängen dargeboten werden. (Ausführlicheres s. bei Resorption.)

1) Obgleich die Anfänge der Lymphgefässe noch nicht genau nachgewiesen worden sind, und *Magendie* ihre resorbirende Kraft sogar ganz leugnet, so steht doch fest, dass die Flüssigkeit, welche sich in ihnen befindet, durch Aufsaugung hineingekommen ist. Aber wie, durch welche Kräfte die Lymphgefässe einsaugen, ist noch unentschieden. Einige halten die Aufsaugung für die Wirkung einer todten Haarröhrchenkraft, Andere glauben, dass sie unter dem Einflusse einer Lebensthätigkeit erfolge. Wahrscheinlich beruht das Eindringen von Flüssigkeiten in diese Gefässe ebenfalls allein auf den Gesetzen der Enosmose (s. S. 208), das weitere Fortführen dieser Fluida aber auf lebendiger Contractilität.

2) Die Fortbewegung der Lymphe in den Saugadern geschieht von den kleinern Zweigen nach den Stämmen hin, mit nicht unbeträchtlicher Gewalt, aber ohne rhythmische Contractionen, wahrscheinlich vermöge ihrer lebendigen, organischen Contractilität (bei den Amphibien durch die von *Müller* und *Panizza* entdeckten musculösen Lymphherzen), welche der Ringfaserhaut zukommt und vielleicht noch durch die Muskelbewegungen, den Puls der benachbarten Arterien, die Klappen, die Saugkraft des Herzens sowie die Thorax- und Lungenaspiration und durch die fortdauernde Resorption an ihren Anfängen unterstützt wird. Zu vermuthen ist, dass die Geschwindigkeit der Lymphbewegung langsamer sei, als die des Blutes. Nach *Weber* ist sie an Froschlarven 10—20 Mal langsamer als die des Blutes. — Die Contractilität der Lymphgefässe, welche sich schon aus dem den Venen ähnlichen Baue vermuthen lässt, ist auch durch Versuche wahrscheinlich gemacht. *Majon* will sogar eine peristaltisch fortschreitende Bewegung an den mit Chylus gefüllten Lymphgefässen des Mesenteriums beobachtet haben, und *Müller* eine Verengerung des *ductus thoracicus* auf Einwirkung des Galvanismus (also wie bei Muskelfasern).

3) Ausser den angeführten Verrichtungen der Lymphgefässe, nämlich einzusaugen und das Eingesaugte wegzuführen, kommt ihnen auch noch die Fähigkeit zu, das Resorbirte während ihres fernern Verlaufes zu einer gleichförmigen Lymphe zu verarbeiten und nach und nach dem Blute zu assimiliren, um es zum Uebergange in dasselbe tauglicher zu machen. Dass dies so sei, beweist der Umstand, dass Lymphe sich als solche in keinem Organe des Körpers vorfindet und dass der Speisesaft erst in den Lymphgefässen die Eigenschaft zu gerinnen erhält, und zwar um so mehr, je weiter er in diesen fortschreitet. Vielleicht verwandeln überhaupt die Lymphgefässe Eiweiss in gerinnbare Materie (Faserstoff) und es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie auch bei der Resorption fremdartiger Stoffe eine Umwandlung derselben erstreben. — Die Veränderung der Mischung des Chylus und der Lymphe scheint durch die von Capillargefässnetzen durchzogenen Wände der Lymphgefässe auszugehen und hauptsächlich in den Lymphdrüsen zu geschehen, in welchen die Lymphe durch viele und feine Saugadern fliessen muss und so in vielfache Berührung mit den von vielen Blutgefässen umgebenen Wänden derselben kommt.

4) Hinsichtlich der Substanzen, welche die Lymphgefässe resorbiren, so geht aus gemachten Untersuchungen hervor, dass sie in der Regel nur Flüssigkeiten eigenthümlicher Art aufsaugen, gegen welche sie wahrscheinlich Affinität haben, und dass fremdartige Stoffe schwer und nur ausnahmsweise in sie eindringen. Die gewöhnlichen Resorptionsproducte der Saugadern sind Lymphe und Chylus.

E. Lymphdrüsen oder Lymphknoten, *glandulae lymphaticae s. conglobatae.*

Es gibt einige, nur dem Lymphgefäss-Systeme zukommende und vorzüglich beim Menschen ausgebildete Organe, welche runde oder ovale, meist plattgedrückte, röthliche, härtliche Körper mit platter Oberfläche und von verschiedener Grösse (1‴—1″; von der Grösse einer Linse bis zu der einer Haselnuss) darstellen, die an bestimmten Stellen des Körpers, locker in fettreiches Zellgewebe eingehüllt und an die benachbarten Organe angeheftet, gewöhnlich haufenweise in veränder-

licher Anzahl beisammen liegen. In der Regel führt jedes Lymphgefäss seinen Saft durch eine, auch 2 und selbst 3 solcher Drüsen, bevor es zum Hauptstamme gelangt und nur sehr selten ist eine Saugader gefunden worden, welche nicht durch wenigstens eine Drüse hindurchgelaufen wäre. Diese Organe sind bei den Amphibien und Fischen gar nicht vorhanden und fehlen bei Vögeln fast ganz (ausser am Halse); bei ihnen scheinen sie durch blosse Geflechte von Lymphgefässen ersetzt zu werden.

Die Lymphdrüsen kommen nicht überall und an verschiedenen Stellen nicht in gleicher Menge und Grösse vor. Sie sind noch nicht gefunden worden: am Rücken, an Händen und Füssen, in der Schädel- und Rückgrathshöhle und in der Substanz der Organe; am häufigsten findet man sie in der Nähe von Schleimgewebe und da, wo fremde Substanzen aufgenommen werden, z. B. im Innern der Brust- und Bauchhöhle. Die grössten Lymphdrüsen liegen am Anfange des Gekröses, an der Lungenwurzel, in der Leistengegend, Achselhöhle, im Becken und am Halse; die kleinsten, welche meist kreisrund sind, im Netze und am Kopfe. An den Extremitäten ist ihre Lage meist an der Beugefläche; im Ganzen scheinen sie gegen den Hauptstamm hin häufiger zu werden. — Von ihrer Grösse, welche mit den Jahren abzunehmen scheint, hängt ihre verschiedene Form ab; die grossen Drüsen sind mehr platt und länglich, die kleinen mehr rundlich und die kleinsten kreisrund. — Ihre Farbe ist nicht an allen Punkten des Körpers dieselbe; meist sehen sie grauröthlich aus, dagegen im Gekröse während der Verdauung weisslich oder rosenroth, in der Nähe der Leber gelblich, an der Milz braunröthlich, an den Luftröhrenzweigen schwärzlich.

a. **Bau der Lymphdrüsen.** Die Structur dieser Drüsen ist noch nicht hinreichend gekannt. Sie bestehen zum grössten Theile aus einer Verschlingung vieler Saugadern, zwischen welchen sich im Zellgewebe viele kleine Blutgefässe und wahrscheinlich auch kleine Nerven befinden. Alle diese Theile sind mit einer glatten Zellhaut überzogen, welche mit dem im Innern der Drüse befindlichen Zellgewebe innig verbunden und durch lockeres, dehnbares Zellgewebe an die benachbarten Theile angeheftet ist. Angefüllte Lymphdrüsen haben eine ungleiche Oberfläche und ihre Substanz zeigt sich auf der Schnittfläche ungleichförmig gefärbt; leere Drüsen sind äusserlich glatt und ihre Substanz ist gleichförmig röthlich. — In den grössern Lymphdrüsen, wo die Oberfläche ein mehr traubiges Ansehen hat, sieht man mit blossen Augen beim Zerreissen in einer milchigen Flüssigkeit runde, und wie es scheint, solide Körperchen, den *acini* mancher conglomerirten Drüse ähnlich. Jedes besteht aus einem dichten Haufen mikroskopischer, runder Körperchen (von 0,0015—0,002''' Dm.), und hat einen dunkeln punktförmigen Fleck in der Mitte und eine etwas höckerige Oberfläche. Sie sind zuweilen von einer blassen, engen Hülle umgeben und erhalten sich in Essigsäure unverändert. Die hohlen Räume, welche Manche in den Lymphdrüsen bemerkten, sind vielleicht die Kapseln, in welchen diese *acini* eingeschlossen waren.

Der Hauptbestandtheil jeder Drüse sind, der allgemeinen Annahme nach, Lymphgefässe, welche auf der einen Seite als *vasa lymphatica inferentia* eintreten und sich gleich nach ihrem Eintritte in immer kleinere Zweige spalten. Diese durchziehen vielfach geschlängelt die Drüse, sind an manchen Stellen weiter, an manchen enger und bilden endlich ein dichtes Netz, aus welchem sie sich allmälig wieder zu grössern Zweigen vereinigen, die stärker und weniger zahlreich als die *inferentia*, als *vasa lymphatica efferentia* auf der andern Seite der Drüse heraustreten (also ähnlich den Blutgefässen in den drüsenförmigen Wundernetzen) und ihren Lauf in der Richtung zum Herzen fortsetzen; sehr oft aber von Neuem durch eine andere Drüse treten. Es gehen also die ein- und austretenden Saugadern unmittelbar in einander über und hängen nicht durch Zellen mit einander zusammen,

welche allerdings da zu sein scheinen, indem kleine Erweiterungen geschlängelter Lymphgefässe eine solche Täuschung hervorbringen (wo dann jene Körperchen Placenta der Lymphe sein müssten). Doch ist es auch möglich, dass, wie bei den sogenannten Blutgefässdrüsen (deren Zellen einen Stoff bereiten, der in das Blut zurückgelangt), jene den *acini* der conglomerirten Drüsen ähnlichen Körperchen das eigentliche Parenchym der Lymphdrüsen bilden und sich auf diesen die feinsten Lymph- und Blutgefässchen verbreiten. — Alle Saugadern werden in der Drüse mit einem Capillargefässnetze von Blutgefässen umsponnen; denn gewöhnlich treten in eine grössere Drüse 2—3 Arterien, in die kleineren nur 1; die Venen sind weiter als die Arterien; von den Nerven ist noch nicht gewiss, ob sie sich in den Drüsen endigen oder hindurch- oder auch nur nahe an ihnen vorübergehen. — Hiernach ist also eine Lymphdrüse ein Knäuel zusammengewickelter Saugadern, welche die Natur, um Platz zu ersparen, nicht auf einer Fläche ausbreitete.

b. **Function der Lymphdrüsen.** Ueber die Function dieser Drüsen hat man bis jetzt, da die Kenntniss ihres innern Baues noch so mangelhaft ist, noch zu keiner bestimmten Einsicht gelangen können. Sind sie blosse Gefässknäuel, so scheinen sie dazu eingerichtet, dass hier die Lymphe, indem sie aus grössern in viele kleinere und vielfach gewundene Saugadern vertheilt und aus diesen wieder in grössere zusammengeleitet wird, in einem kleinen Raume in recht vielfache Berührung mit den Wänden der Lymphgefässe komme, wo sie dem Einflusse des Blutes ausgesetzt ist, was in dem, rings um die Saugader-Röhrchen gebildeten Capillargefässnetze fliesst und unstreitig sowohl (durch Enosmose und Exosmose) irgend Etwas aus der Lymphe durch die Wände der Gefässe hindurch an sich ziehen, als auch Stoffe an die Lymphe absetzen kann, wodurch diese verändert und nach und nach dem Blute ähnlicher gemacht wird. Gibt es aber in den Lymphdrüsen eine besondere Drüsensubstanz, so ist sowohl das Product derselben, als die Art, wie es in die Lymphe oder das Blut übergeht, noch zu erforschen.

[Uebersicht der Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten der Gefässe s. Bd. I. S. 320.]

D. Entwickelung des Gefässsystems.

I. **Entwickelung des Blutgefässsystems.** Die ersten Blutgefässe entstehen (nach ältern Angaben im Gefässblatte der Keimhaut) nach *Schwann* und *Valentin* (s. S. 78) so: dass unter den Zellen, woraus die Keimhaut besteht, sich einige, in gewissen Entfernungen von einander gelegene, durch Verlängerung nach verschiedenen Seiten hin zu sternförmigen Zellen (primäre Capillargefässzellen) ausbilden. Die Verlängerungen verschiedener dieser Zellen stossen zusammen, verwachsen und öffnen sich, in Folge der Resorption der Scheidewände, in einander, wodurch nun ein Netz von Kanälchen entstanden ist, welche aber anfangs noch an der Stelle des Zellenkörpers eine Erweiterung haben, bei fortgesetztem Wachsthume aber nach und nach gleichmässig dick werden. Die Blutflüssigkeit ist der Inhalt sowohl der primären, als der secundären oder verschmolzenen Capillargefässzellen. Die Kerne, welche in den Wänden der einfachen Capillargefässe bei den Embryo vorkommen und nach *Henle's* Beobachtungen (s. S. 152) auch in den Capillargefässen des ausgebildeten Körpers fortbestehen, hält *Schwann* für die primären Zellenkerne; *Schwann* und *Valentin* erklären ferner die primäre Haut der Capillargefässe für identisch mit der frühern Zellenwand und das Lumen der Gefässe mit der Zellenhöhle; die Blutkörperchen aber betrachtet *Schwann* als im Innern der Capillargefässzelle erzeugte neue Zellen, *Valentin* als die Kerne der Capillargefässzellen, indem er annimmt, dass die in den Wänden der Gefässe liegenden Kerne später abgelagert seien. *Reichert* schliesst sich dagegen der ältern Ansicht *(Baer's)* an, dass die Blutbahnen durch die bewegende Kraft des Herzens gleichsam gebrochen und dass die Gefässwände

von den umgebenden Geweben sich nachträglich isoliren (s. bei Entstehung des Embryo). — Die Entwickelung der Faserschichten der Gefässe ist bei dem Embryo noch nicht genau verfolgt, doch lässt sie sich nach *Henle's* Beobachtungen über den Bau der verschiedenen Gefässwände (s. S. 412) recht gut vermuthen. Die Längs- und Ringfaserhaut erscheint demnach zuerst in Gestalt wasserheller Schichten; in dieser entstehen Zellenkerne, die sich nach einer oder der andern Richtung verlängern, zusammenstossen und verästeln. Zugleich zerfällt die homogene Grundlage in platte Fasern, welche auf der einen Fläche die Kerne oder die daraus gebildeten dunklen Kernfasern tragen. In der innersten Schicht der Längsfaserhaut der Venen kann die Grundlage ganz resorbirt werden, in den äussern Schichten der Venen wandelt sie sich in Zellgewebe um und die Kernfasern bleiben schwach, in der Ringfaserhaut erreichen die letzteren die bedeutendste Stärke und werden selbstständiger. Die gestreifte Haut scheint aus dem Epithelium (welches *Schwann* und *Valentin* für endogene Bildung erklären müssen) hervorzugehen, da sie die Stelle desselben vertreten kann und da ihre verschiedenen Entwickelungsstufen einander von innen nach aussen folgen.

Die Bildung neuer Gefässe, welche nicht nur im Fötus, sondern auch nach der Geburt, in Theilen, die noch wachsen oder periodisch an Masse und Thätigkeit zunehmen, oder in pathologischen Erzeugnissen vorkommt, scheint nach *Henle* ganz auf dieselbe Weise vor sich zu gehen, wie in der Keimhaut, also nicht so, dass alte Gefässe sich in die neue Substanz hinein verlängerten, sondern dadurch, dass von einzelnen Centra aus sich Netze entwickeln, welche zuerst mit dem bereits bestehenden Capillarnetze in Verbindung treten. Nach *Kölliker's* und *Platner's* Beobachtungen scheint aber die Bildung neuer Gefässe da, wo eine physiologische Massenvermehrung vorkommt, immer von bereits fertigen Gefässen auszugehen, während sie in pathologischen Gebilden wie in der Keimhaut zu Stande kommt; wohl stets bildet sich hier das Blut früher als das Gefäss. Die Zeit, welche zur Neubildung von Blut und Gefässen nöthig ist, erscheint im Verhältniss zu der, welche andere Neubildungen zu ihrer Entwickelung brauchen, sehr kurz; *Vogel* sah Blut im Exsudate in weniger als 48 Stunden nach dessen Erguss entstehen, und *Home* sah in 29 Stunden zahlreiche Gefässneugebilde werden. Gewöhnlich ist aber eine längere Zeit zu ihrer Bildung erforderlich.

Die Bildung neuer Blutkörperchen erfolgt, so viel *Engel* beobachten konnte, bevor noch Gefässe gebildet sind, in den Interstitien der organischen Masse. Das Blastem für die Blutzellen ist eine gelbröthliche Flüssigkeit; in dieser bilden sich Kerne, den feinsten Fetttropfen analog; zwischen denselben finden sich nach und nach einzelne vollkommen ausgebildete Blutzellen ein, die sich von den gewöhnlichen Blutkörperchen in nichts unterscheiden, und nur häufiger als diese einen Kern deutlich erkennen lassen. Innerhalb der Gefässe konnte *Engel* nie die Bildung der Blutzellen verfolgen, doch unterliegen dieselben im Gefässrohre ebenfalls der Einschrumpfung und Umbildung in ein Pigmentkorn von der Grösse einer frühern Blutkugel. — Nach *Vogel's* Beobachtungen (mit denen die *Rokitansky's* übereinstimmen) scheint der Vorgang so zu sein: in einem amorphen Blastem (geronnenem Faserstoff) entstehen rothe Punkte, die gewöhnlich so gross sind, dass man sie mit blossen Augen sieht. Sie erscheinen unter dem Mikroskop als eine Anhäufung von Blutkörperchen, die von verschiedener Grösse sind, meist noch unvollkommen rund und ohne die mittlere Depression der ausgebildeten Blutkörperchen; doch haben sie gewöhnlich schon scharfe Conturen und eine deutliche gelbrothe Farbe; ihr Durchmesser ist meist etwas kleiner als der der normalen Blutkörperchen, nie grösser (wie im Embryo). Sie werden durch Wasser und Essigsäure aufgelöst und zeigen keine Kerne. Die Haufen dieser Blutkörperchen sind anfangs noch nicht deutlich abgegränzt, scheinen an ihren Rändern mit dem sie einschliessenden Exsudat verschmolzen; ihre Form ist unbestimmt, rundlich, in die Länge gezogen, ringförmig. Erst später erscheinen diese Haufen deutlich vom Parenchym abgegränzt, verzweigt und mit scharfen Conturen, doch noch ohne eigentliche histologisch unterscheidbare Gefässwände. Wahrscheinlich bilden sich letztere erst später um sie herum, indem Bindegewebe, Muskelgewebe, Epithelialbildungen nach den allgemeinen Bildungsgesetzen rings um die verzweigten Blutmassen anschiessen. Ist die Neubildung der Gefässe vollendet, so zeigen diese deutlich abgegränzte Wandungen, ja letztere zeigen nach Behandlung mit Essigsäure regelmässig angeordnete Zellenkerne, welche offenbar den Gefässwänden angehören und den Zellenbildungen in den verschiedenen Schichten derselben entsprechen. Die ausgebildeten Gefässe mit ihrem Inhalte treten früher oder später mit den ursprünglichen Gefässen in ihrer Nachbarschaft in Zusammenhang und nehmen dann am allgemeinen Kreislaufe Theil; früher ist das in ihnen befindliche Blut zwar flüssig, bewegt sich aber nicht. Die Gefässe, deren Neubildung *Vogel* beobachtete, waren alle grösser als Capillargefässe, sie bildeten sich nicht aus Zellen, aber auch nicht

in Intercellularräumen, da die Blutbildung immer sehr früh, vor jeder andern Zellenbildung, selbst vor der Bildung des Bindegewebes, eintrat. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass bei Bildung von Capillargefässen, wo diese vorkommt, der Vorgang der ist, dass zuerst verzweigte Zellen entstehen, welche als Zelleninhalt Blut enthalten und die, später zusammenmündend, ein Gefässnetz bilden, so dass also die ursprünglichen Zellenwände, welche das Blut begränzen, die Wände der nachherigen Capillaren würden. — Den Process der Gefässbildung von den ursprünglichen Gefässen aus kann man sich nach *Vogel* auf doppelte Weise vorstellen: entweder die Gefässe zerreissen und ergiessen Blut, das sich durch das Cytoblastem Bahn bricht, gewissermaassen Rinnen in demselben aushöhlt, und um diese Blutströme bilden sich später Gefässwände (unwahrscheinlich); oder von den normalen Gefässen aus entstehen, nach dem Gesetze der analogen Bildung, neue, anfangs geschlossene Gefässwände, die später mit den normalen in Verbindung treten und von ihnen aus Blut erhalten. Obschon heutzutage niemand mehr daran glaubt, dass die Gefässe pathologischer Neubildungen durch Verlängerung und Hereinwachsen der alten Gefässe des Mutterbodens entstehen, so wäre es doch nicht ganz unmöglich, dass die vorhandenen Gefässe divertikelartige Ausläufer machten, deren Anfänge *Hasse* und *Kölliker* vielleicht als birnförmige Ausbuchtungen sahen? Diese fanden nämlich einige Male die Haargefässe in entzündeten Theilen in Gestalt von begränzten Blasen ausgedehnt; diese Erweiterungen waren meistentheils allseitig, hatten eine rundliche oder birnförmige Gestalt, befanden sich häufig an Stellen, wo die Gefässe sich theilten oder Umbiegungen machten, und enthielten dicht gedrängte Blutkörperchen, bisweilen auch viele Lymphkörperchen.

Nach *Engel* finden sich bei der Bildung von Gefässen in Aftergebilden zwei ganz verschiedene Entstehungsarten vor: die eine Art von Capillaren scheint nämlich aus Zellen hervorgegangen zu sein, durch Aneinanderreihung derselben in der Richtung der Längenachse und Verschmelzung zu einer continuirlichen Röhre, die nun von einer glasartig durchsichtigen, mit wechselseitigen Zellenkernen versehenen Membran gebildet wird, wobei es deutlich ist, dass der Zellenkern in der Haut selbst sich befindet, d. h. diese sich zur Aufnahme des Kernes in 2 deutliche Blätter, ein äusseres und ein inneres, spalte. Diese Art von Gefässen, welche das Vorhandensein von Blutkörperchen nicht voraussetzt und welche immer mit den Gefässen des Mutterbodens zusammenhängen, findet sich nur dann, wenn die Masse des Aftergebildes locker ist. Die möglichen Metamorphosen dieser Gefässe sind folgende: die Membran derselben wandelt sich mittels Spaltung in Fibrillen, nach der Längenachse des Gefässes, um, sobald diese nämlich durch irgend eine Ursache blutleer geworden sind und längere Zeit in diesem Zustande verharrt haben (besonders bei Compression); die Zellenkerne scheinen dabei vollständig resorbirt zu werden. — Die andere Art der Capillargefässe bildet sich ganz deutlich ohne vorausgegangene Zellen, jedoch nie ohne Kernentwickelung und nie ohne Anwesenheit von Blutkörperchen. Diese Gefässentwickelung besteht darin, dass das um die in Streifen gelagerten Blutkugeln befindliche festgewordene Blastem eine Art Röhre bildet, die anfangs von der übrigen Masse des Blastems noch nicht abgegränzt ist, später jedoch gleichsam durch Verdichtung des Blastems sich abgränzt, und als Gefässrohr selbstständig sich ausspricht. In der Wand dieser Röhre finden sich zwar auch Zellenkerne (ähnlich denen in dem festgewordenen Blasteme überhaupt), diese Kerne sind jedoch zahlreicher als bei der ersten Art der Gefässe, weniger gross, nicht deutlich zwischen den 2 Blättern der Haut liegend, nicht wechselständig und entweder parallel der Längen- oder Querachse des Gefässes, oder in verschiedenen Dicken beiden Achsen parallel. Die Gefässhaut ist hierbei keine glasähnlich durchsichtige, sondern öfters eine körnige, häufiger eine gestreifte, von beträchtlicher Dicke. Diese 2te Art der Gefässe, die häufig verästelt sind, kann, da sie sich um die Blutstreifen und Inseln, die mitten im Parenchyme sind, entwickelt, blind anfangen und endigen, ohne mit den Gefässen des Mutterbodens in Verbindung zu sein. Diese Capillaren unterliegen, sobald sie längere Zeit blutleer sind, einem Verhornungsprocesse und das Product desselben ist das Haar (?).

Bruch sagt: in allen Fällen ist zuerst das Blut da; seine Bildung gehört zu den frühesten Metamorphosen der Exsudate und beginnt mit der Bildung der ersten Kerne, ja, wie es scheint, oft schon vorher. Es ist anfangs in umschriebenen Höhlen und Rinnen des Blastems enthalten und durch eine stellenweise Verflüssigung und Umbildung desselben entstanden. Die Entstehung des Blutfarbstoffs ist unerklärt. Die neugebildeten Blutherde und Rinnen gehören, so wie die ersten deutlichen Blutgefässe, nicht den feinsten Capillaren an, sie sind oft schon dem freien Auge sichtbar. Die neugebildeten Blutkörper unterscheiden sich nicht von den normalen; einige derselben enthalten auch Kerne. Die Bildung der Gefässwände erfolgt ganz nach den Gesetzen der *Henle*'schen Faserbildung mit der histologischen Differenzirung des die Blutrinnen umgebenden festen Blastems. Es ordnen sich Kerne der Länge nach und das Blastem in ihrem Bereiche zerfällt der Länge nach in Fasern, oder zeigt wenigstens eine entsprechende Streifung, unterscheidet sich also nicht vom unreifen Fasergewebe. Die Wände neugebildeter Gefässe bilden immer nur eine einfache, relativ dünne Schicht, die entweder structurlos oder, an grösseren Stämmen, eine Längsfaserhaut ist. Bei Bildung feiner capillärer Gefässe sah *Bruch* wohl im Embryo, aber nie in Neubildungen, verschmelzende Zellen, sondern immer nur Rinnen oder structurlose Häute. Alle neugebildete Rinnen (die nicht alle perenniren) und Gefässe sind sehr lang, anastomosiren und theilen sich nicht häufig, und endigen an einer oder beiden Seiten blind. Dass die neugebildeten Gefässe mit den alten des Mutterbodens in Verbindung treten, ist zwar durch directe Präparation nicht nachgewiesen, geht aber aus Injectionen und aus den Verhältnissen des Wachsthums der Aftergebilde hervor. Wie diese Verbindung zu Stande komme, ist nur durch eine theilweise Dehiscenz der normalen Gefässe, und zwar der feineren, erklärlich, wozu die Erweiterung derselben, die mit der chronischen Exsudation verbunden ist, und ein secundäres Anwachsen derselben zu Gefässen gröberen Calibers das Ihrige beitragen dürften. Dass die neuen Gefässe eines Aftergebildes an Krankheiten des Gefässsystems, insofern sich dieselben auf die Gefässwände beziehen, Theil nehmen, ist zwar nicht geradezu abzu-

läugnen, aber bei ihrer unvollkommenen Structur und wegen des Mangels der Gefässnerven nicht eben wahrscheinlich. *Bruch* denkt sich die pathologischen Gefässe als blosse Leitungsröhren, deren Thätigkeit von den Gefässen des Mutterbodens aus regulirt wird.

II. Entwickelung des Lymphgefässsystems. Von der ersten Entstehung der Lymphgefässe ist noch fast nichts bekannt; sie sind einer Vergrösserung und Erweiterung fähig wie die Blutgefässe; verbinden sich wieder bei der Vereinigung zertrennter Theile und entstehen sammt den Blutgefässen neu in accidentellen Theilen und Pseudomembranen.

V. Altersveränderungen des Gefässsystems.

Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass mit der Zunahme der Jahre die Menge und der Durchmesser der Gefässe, im Vergleich zu früheren Lebensperioden, sich verringert; vorzüglich ist dies bei den Pulsadern der Fall (s. S. 177).

a. Die Arterien werden enger und verlieren an Elasticität, ihre Wände verdicken sich, ihre Ernährungsgefässe und Nerven vermindern sich; sie werden allmälig spröde, trocken, brüchig und verknöchern selbst; die kleinen Arterien verwachsen, werden ligamentös und verwandeln sich zuletzt in Zellstoff. Die grossen Arterienstämme schlängeln sich etwas, weil wegen verminderter Mitwirkung der weniger elastischen Arterien, das Herz mehr Kraft zur Forttreibung des Blutes aufwenden muss und daher die Arterien verlängert. — Mit dem Schwinden des Arteriensystems hängt natürlich die Abnahme der Erregung und Absonderungen, der thierischen Wärme und überhaupt der Lebenskraft zusammen; auch stehen damit verschiedene Krankheiten in Verbindung *(gangraena senilis)*.

1) Die Ernährung wird im Alter immer unvollkommner, der Greis besitzt nicht mehr die Fähigkeit, die von der Aussenwelt aufgenommenen Stoffe zu assimiliren. Da schon die dazu nöthigen vorbereitenden Processe, wie die Digestion und Respiration weniger vollkommen von statten gehen, so wird ein zur Absetzung von Nahrungsstoff nicht hinreichend passendes Blut gebildet, welches nun auch wegen der theilweisen Obliteration der ernährenden Gefässe und wegen des Sinkens der Lebens- und Anziehungskraft der festen Gebilde nicht zur Bildung neuer organischer Masse beitragen kann.

2) Das Blut alter Leute ist ärmer an Cruor und Farbestoff (dieser ist mürber, oft schmierig), dagegen reicher an Serum, an Cruorhüllen und an Salzen; es gerinnt schneller (in Folge seiner geringern Vitalität) und enthält Bestandtheile, welche zu seiner plastischen Bestimmung sich heterogen verhalten, wie Phosphate, Harnstoff und Harnsäure. Es entsteht bei Greisen eine Art *collapsus* des Blutes, es neigt sich zur Auflösung und Fäulniss.

3) Die Blutbewegung soll nach den Meisten langsamer werden (bis zu 60—50 Pulsschlägen), dagegen nach *Milivié* und *Leuret* schneller (74 Schläge), weil durch die Verengerung der Arterien und Erweiterung der Venen das Herz seine Contractionen vermehren muss, um die Hindernisse des Kreislaufs zu überwinden.

4) Secretion. Nach den neuesten physiologischen Ansichten ist das Secretum nichts anderes als der Ueberschuss des für die Ernährung des Organs nicht ganz verbrauchten specifischen Bildungsstoffs. Ist dies der Fall, so erklärt sich leicht, warum die Secretionen im Alter vermindert sein müssen. Hierzu kommen noch die Veränderungen der Secretionsorgane selbst.

b. Die Venen verhalten sich im Alter umgekehrt zu den Arterien und zwar wie 4 : 1; sie gewinnen an Capacität (aber keineswegs an vitalem Tonus, werden weiter, ihre Widerstandsfähigkeit verliert sich; sie verknöchern aber fast nie. Es lässt sich so leicht erklären, warum im Alter stets Stockungen des Blutes in den Venen vorkommen.

c. Die Lymphgefässe verengern sich, verknöchern selbst; die Lymphdrüsen nehmen an Volumen ab, werden abgeplattet und saftlos, verschwinden oft fast ganz. Die Aufsaugung geht im Alter grösstentheils mittels des Venensystems vor sich.

NB. Es stellen auch die Gefässe, vorzugsweise die Blutgefässe, den Hauptbestandtheil mancher physiologischen und pathologischen Gebilde dar, welche nach der Menge und Beschaffenheit des in ihnen enthaltenen Blutes von sehr veränderlicher Grösse, Farbe, Function u. s. w. sein werden. Es sind:

1) **Aderhäute, Gefässhäute,** *membranae vasculosae*, welche aus Zellstoff bestehen, der von zahlreichen und ansehnlichen Blutgefässen (besonders Arterien) durchzogen ist. Diese Membranen dienen theils zur Ernährung von Organen, welche sie überziehen, theils zur Bereitung von Flüssigkeiten. Zu ihnen gehören: die *pia mater, chorioidea, tunica vasculosa* zwischen Schleim- und Muskelhaut am Darmkanale, das *chorion*. — Hierher gehören auch die **Gefässplexus** (*plexus choroidei* des Gehirns, *processus ciliares* im Auge), Organe, welche auf den ersten Blick aus nichts als Gefässramificationen zu bestehen scheinen. Man sieht eine oder mehrere Arterien in sie eintreten, sich aufs Vielfachste verästeln, bis sie endlich an der Oberfläche ein sehr engmaschiges Capillarnetz bilden, aus denen sich Venen entwickeln. An den Gefässstämmen hängen diese Organe wie an Stielen und breiten sich gegen das freie Ende hin weiter aus. Bei genauerer Betrachtung erkennt man, dass ausser den Gefässen ein lockeres Zellgewebe, als Träger der Gefässramificationen, die Plexus zusammensetzen hilft.

2) **Erectile, schwellbare Gebilde,** *corpora erectilia s. cavernosa*, bestehen hauptsächlich aus ansehnlichen Venen, welche in vielfachen Windungen und Verflechtungen mit einander anastomosiren und beträchtliche Erweiterungen bilden, in welche (beim *penis*) rankenartige Auswüchse von Arterien (*artt. helicinae*) ragen. Das Blut kann in diesen Gebilden durch besondere Vorrichtungen eine Zeit lang zurückgehalten werden. Zu ihnen gehören: die Ruthe, Clitoris, kleinen Schamlefzen und die Brustwarzen (s. bei Penis). Das Eigenthümliche dieser Gebilde beruht hauptsächlich darin, dass die Arterien und Venen nicht durch so feine Haargefässe, wie in andern Theilen, zusammenhängen, sondern der Uebergang aus jenen in diese plötzlich erfolgt, indem die letzten Arterienäste, die grösstentheils noch mit blossem Auge sichtbar sind, auf einmal in die ansehnlich weiten Anfänge der Venen ausmünden. Die Art, wie diese Ausmündung erfolgt, ist noch Gegenstand des Streites.

3) **Blutdrüsen, Blutgefässknoten,** *ganglia sanguineo-vasculosa*, weiche, rundliche Körper, Knäuel von Blutgefässen, in denen das Blut eine Mischungsveränderung zu erleiden scheint. Es sind: Milz, Schilddrüse, Nebennieren, Thymus, Placente des Foetus (s. bei Drüsen).

4) **Wundernetze.** In der Regel verfeinern sich die arteriellen und venösen Aeste allmälig durch immer fortgesetzte Spaltung, doch kommt es auch vor, dass (wie in der *choroidea*) aus einem Stamme sogleich, wie von einem Punkte, eine Masse ziemlich paralleler feiner Aeste abgehen, welche sich nicht viel mehr zertheilen, sondern eine zierliche Art von Wirbeln, Gefässbüschel (*vasa vorticosa*, **Gefässlabyrinthe, Wundernetze**) bilden. — Diese eigenthümliche Form der Gefässvertheilung kommt in mannichfaltigen Modificationen und in vielen Organen bei den Wirbelthieren vor. *Müller* ordnet die verschiedenen Wundernetze bei den Thieren in 2 Hauptklassen: *a)* in *rete mirabile diffusum s. unipolare*, bei welchem ein Blutgefässstamm vor der Zertheilung in die ernährenden Zweige plötzlich in eine Menge anastomosirender oder nicht anastomosirender Kanäle zerfällt, in welchen das Blut mehr oder weniger grosse Strecken zurücklegt, ehe die eigentliche Verzweigung zum Zweck der Nutrition beginnt. Sie sind radiirt, büschelförmig, zuweilen federig; die Radiation ist an den Arterien centrifugal, an den Venen centripetal. — *b) Rete mirabile bipolare s. amphicentricum*, mit gegenseitigen Wirbeln und Sammlung der aus einem Wirbel ausfahrenden Röhren in einen oder mehrere der vielen entgegengesetzten Wirbel. — Die Wundernetze beider Form können **einfach** (blos arteriell oder blos venös) oder **doppelt** (arteriell und venös zugleich) sein. Bei letzteren sind die Venen zwischen die Arterien eingeschoben (Zwillingswundernetze). — Es gibt **Blutgefäss- und Lymphgefässwundernetze**; die sogenannten Lymphdrüsen sind amphicentrische einfache Lymphwundernetze (nicht sind aber die Blutdrüsen Blutgefässwundernetze). — In Hinsicht der Ausführung der Oberflächenvermehrung gibt es 4 Formen der Wundernetze: *a)* durch Radiation und Form von Büscheln, Wedeln, Schweifen, Quasten (*rete mirabile fasciculatum*); — *b)* durch Netzwerke (*r. m. reticulatum*); — *c)* durch Windungen der Röhren (*r. m. contortum*); — *d)* durch Fiederung (*r. m. pinnatifidum*).

5) Die **Teleangiektasie** entwickelt sich aus dem capillaren Gefässsysteme und besteht in einer, meistens angebornen Erweiterung von Haargefässen, und zwar in dem einen Falle mehr der arteriellen, im andern vorzugsweise der venösen Capillaren, wodurch ein Unterschied im Aeussern der Teleangiektasie bedingt wird. Die **arterielle** Teleangiektasie ist gewöhnlich angeboren und stellt eine hellrothe, flache, mit körnigen Erhabenheiten besetzte (erdbeerartige) Geschwulst dar, welche nach dem Tode ganz blass wird, aber nicht zusammenfällt. Die **venöse** Teleangiektasie ist grösser, kugelig, höckerig oder gelappt, blau-, violett- oder kirschroth, von weichteigiger Consistenz; sie fällt nach dem Tode zusammen, behält aber ihre Farbe; sie entsteht nicht selten erst bei Erwachsenen. — Die **Structur** der Teleangiektasieen besteht darin, dass erweiterte Arterienästchen unmittelbar in sackförmig oder fächerig ausgedehnte Venenwurzeln übergehen, aus denen zahlreiche kleine Venen entspringen, die sich alsbald wieder zu ähnlichen Zellen erweitern und endlich in normale oder variköse Venenäste fortsetzen. Auf diese Art entsteht ein von lockerm Zellstoffe zusammengehaltenes Convolut erweiterter Gefässchen, welches ein Gewebe darstellt, das leicht mit Blut erfüllt und gleich dem normalen erectilen oder cavernösen Gewebe aufschwellen kann, in der Regel aber eine weiche, elastische, zusammendrückbare, nicht eingebalgte Geschwulst bildet. — Die Teleangiektasieen kommen am häufigsten unter und in der äussern Haut und zwar vorzüglich an den Stellen vor, wo dieselbe in die Schleimhäute übergeht; doch können sich dieselben auch im Innern des Körpers, in parenchymatösen Organen (Leber, Muskeln), entwickeln. Sie bewirken durch Druck auf ihre Umgebung Schwund in derselben.

6) **Cavernöse Geschwülste** (placentaartige Texturen, Aftermilzen), d. s. Neugebilde von einem zelligen, der Structur der cavernösen Körper analogen Baue, aus Zellgewebsfasern und einer die Räume auskleidenden innern Gefässhaut bestehend, von

einer dichten, zellstoffigen Hülse umgeben und ausschälbar aus den Organen, schwellbar und von einer Vene aus injicirbar. Diese Neubildungen, welche besonders häufig in der Leber vorkommen, doch auch im subcutanen Zellgewebe, in den Schädelknochen und in der *pia mater* gefunden werden, trennt *Rokitansky* von den (nicht eingebalgten) Teleangiektasieen. In den Räumen derselben finden sich bisweilen sandartige Concretionen (Phlebolithen).

7) Blutschwamm, *fungus haematodes*, besteht nicht in blosser Gefässerweiterung, sondern ist ein Aftergebilde, ein Krebs, in der Regel Markschwamm (s. S. 168) mit bedeutender Gefässentwickelung.

8) Gefässfibroide *(Engel)*, d. s. gefässreiche Zellgewebsknoten; ihr Ausgangspunkt ist ein variköser Venenplexus (besonders der *plexus pampiniformis* bei Weibern und am Pylorustheil des Magens); eine Unzahl von neuen Capillargefässen bilden sich an die feinern varikösen Venen an, und jedes dieser Capillargefässe wird von einer dicken Zellgewebsscheide umschlossen. Ein Convolut solcher Capillargefässe gehört einem etwa ½''' im Dm. fassenden venösen Stamme zu und bildet einen Knoten von der Grösse einer Haselnuss bis zu der einer Wallnuss; die einzelnen Knoten hängen durch Zellgewebe und kleine Gefässe zusammen. Die einzelnen Knollen, aus denen diese Geschwülste bestehen, zeigen bald eine longitudinale, bald eine concentrisch verlaufende, ziemlich lockere Faserung; sie sehen weiss, grau, braun, blauroth (nach ihrem Blutgehalte). Unter dem Mikroskope findet man, ausser entwickelten Zellgewebsfasern, auch noch einzelne zu Fasern verlängerte Kerne, sowie longitudinal an einander gereihte Kerne, so dass die ganze Entwickelung der Geschwulst aus Kernen hervorzugehen scheint. Einer weitern Veränderung unterliegen diese Geschwülste, welche unter allen die bedeutendste Grösse erreichen können (weil ihr Wachsthum gewöhnlich bis zum Tode fortdauert), höchst selten, nur werden die in ihnen enthaltenen Gefässe, nachdem die Circulation in ihnen aufgehört hat, in Zellgewebe verwandelt. Sollte diese Geschwulst unter Einflüsse kommen, welche eine Verjauchung zulassen, so bildet sich aus derselben ein blutendes Geschwür (besonders im Magen).

Herz.

Das Herz (s. Bd. I. S. 321) ist das musculöse Centralorgan des Gefässsystems und der Haupthebel der Blutbewegung, insofern es nämlich ein Pumpwerk darstellt, bei welchem das Auf- und Niedergehen des Stempels durch Erweiterung (Ausdehnung, Diastole) und Verengerung der Herzhöhlen (Zusammenziehung, Systole) vertreten wird. Seine (schräge) **Lage**, deren Ergründung (mit Hülfe der physikalischen Untersuchung, vorzugsweise der Palpation des Herzstosses) bei Brustkrankheiten durchaus nothwendig ist, nimmt das Herz im normalen Zustande (s. Bd. I. S. 323) in der Mitte und linken Hälfte des Thorax ein, so zwar, dass der Theil desselben, welcher unbedeckt von den Lungen (doch bedeckt vom Herzbeutel) unter der Brustwand liegt, gegen 18—20 Quadratlinien beträgt, durch den dumpfen leeren Percussionston zu entdecken ist und sich vom 4. linken Rippenknorpel und linken Sternalrande bis zu dem Punkte hin (etwa die 6. Rippe) erstreckt, wo der Herzstoss sichtbar oder fühlbar ist. Es kann diese Lage verschiedene Abänderungen erleiden, indem das Herz aus seiner normalen Stelle weggedrückt und weggezogen werden, sowie auch wegsinken kann; ferner gibt es angeborne Lageanomalieen, die grossentheils in Hemmung der Entwickelung des Herzens oder benachbarter Organe, oder in fötalen Krankheiten ihren Grund haben. Bei tiefem Exspirium ist die Lage des Herzens höher, ebenso bei kurzem breitem Thorax und bei Schwangerschaft; tiefer liegt dasselbe bei tiefem Inspirium und bei schmalem engen Brustkasten. Die grossen Gefässe an der Herzbasis, von denen die am weitesten nach vorn befindliche Pulmonalarterie aus dem rechten Ventrikel schräg vor der Aorta nach links in die Höhe steigt, während die letztere vom linken Ventrikel

aus hinter den Lungenarterien hinweg nach rechts und oben läuft, sind hinter dem Sternalrande in der Gegend des 3. Rippenknorpels, und zwar die Aorta rechts, die Pulmonalarterie links, zu finden.

Gendrin nimmt als **festen Punkt** (der auch bei den meisten Lageveränderungen des Herzens seine Stelle behalten und das Centrum der Herzbewegung sein soll), nach welchem er die Lage des Herzens zu den Nachbartheilen bestimmt, den **Mittelpunkt der Lungenarterie**, zwischen dem Ursprunge und der Theilung derselben, an. Dieses Centrum liegt etwas unter der Mitte zwischen dem 2. und 3. Rippenknorpel, dicht am linken Rande des Brustbeins. Hinter der Insertion des 2. rechten Rippenknorpels an das Brustbein liegt der Ursprung der *art. anonyma* aus dem Aortenbogen; hinter den untern Rand des 2. linken Rippenknorpels kommt die Theilungsstelle der *art. pulmonalis* und hinter den untern Rand des 3. linken Knorpels die Basis der Klappen dieser Arterie zu liegen. Die Achse des Herzens folgt einer Linie, die vom Körper des 1. Brustwirbels bis zum vordern Ende der linken 8. Rippe geht. Eine verticale Linie, die man sich über den Ansatzpunkt der linken Rippenknorpel an das Brustbein gezogen denkt, lässt ein Drittel des Herzens rechts und zwei Drittel links; das erstere umfasst die Basis des rechten Ventrikels und des rechten Atrium, die letztere den untern Theil des rechten Ventrikels, den linken Ventrikel und das linke Atrium. Das rechte Atrium liegt hinter dem Sternum in der Höhe des 3. Rippenknorpels, das linke hinter dem 3. linken Intercostalraume; die Insertion des Pericardium an die grossen Gefässe entspricht dem Ansatze des 2. Rippenknorpels. In der obern Hälfte der Brusthöhle liegt der vordere Rand der linken Pleura hinter der Insertion der linken Rippen an das Sternum, und der der rechten hinter der Achse des Brustbeins; sodann entfernen sich diese vordern Ränder von der Mittellinie; links in einer schrägen Linie, die vom innern Ende des 2. linken Rippenknorpels bis zum vordern Ende der letzten Rippe geht; rechts in einer Linie, die sich vom mittlern und obern Ende des Sternum bis zum vordern Ende der 1. falschen Rippe zieht.

Anomalien der Lage des Herzens (Ectopie, Dislocation, Cardiodystopie). Von den angebornen Lageanomalien sind folgende die wichtigsten: *a)* Lage des Herzens ausserhalb des Körpers, bei gleichzeitigem theilweisen Mangel der Brust- und Bauchwand, sowie des Zwerchfells, in einem geschlossenen oder offenen, bisweilen von der Scheide der Nabelgefässe umschlossenen Sacke. *b)* Lage des Herzens innerhalb des Körpers, aber ausserhalb der Brusthöhle, am Halse oder in der Bauchhöhle. *c)* Anomale Lage des Herzens innerhalb der Brusthöhle, wie: Rechtslage (Dextrocardie), perpendiculäre, horizontale und Querlage desselben. — Erworbene Lageveränderungen (durch Senkung, Veränderung oder Wegziehen *per vacuum*) kann das Herz folgende zeigen: *a)* nach abwärts (gewöhnlich mit mehr senkrechter Lage), beim Herabsinken in Folge von Hypertrophie desselben, bei Rigidität und beim Aneurysma der Aorta, sowie beim Herabsteigen und Herunterdrücken des Zwerchfells durch Emphysem, Pneumo-, Pyo- und Hydro-Thorax; — *b)* nach aufwärts, beim Hinaufgedrängtwerden von Unterleibsorganen (vom linken Leberlappen, Magen, schwangern Uterus, Hydroarion); — *c)* nach rechts: durch pleuritisches Exsudat, Hydro- und Pneumo-Thorax der linken Seite, linkseitiges Emphysem und Verödung der rechten Lunge; — *d)* nach links: bei bedeutender Hypertrophie, mit horizontaler Lage des Herzens, und in Folge von Verödung der linken Lunge. — Bei Missstaltungen des Thorax kann die Lage des Herzens verschiedentlich abgeändert sein.

Die **Grösse** und das **Gewicht** des Herzens (s. Bd. I. S. 324) werden von verschiedenen Autoren sehr verschieden angegeben; der Grund liegt darin, weil nicht nur bedeutende absolute Verschiedenheiten bei verschiedenen Individuen existiren, sondern auch relative. Für den practischen Arzt ist die Grösse des Herzens durch die Percussion am besten zu ergründen. Das normale Herz ergibt nämlich einen leeren dumpfen Ton in einer Ausdehnung von 18—20 Quadratlinien, welche sich vom 4. linken Rippenknorpel und linken Sternalrande bis zu dem Punkte erstreckt, wo der Herzstoss fühlbar ist. Das Gewicht des Herzens dürfte zwischen 8 und 10 Unzen schwan-

ken. — *Bouilland* zog aus seinen vielen Untersuchungen gesunder Herzen junger und erwachsener Menschen die folgenden Resultate:

Gewicht. mittleres, ℥vjjj ʒjjj = *Grm.* 262; grösstes, ℥xj = *Grm.* 350; kleinstes, ℥vj ʒjj = *Grm.* 200. — Umfang an der Basis der Kammern: mittlerer, 8'' 9 3/7''', grösster 10'', kleinster 8''. — Länge von der Spitze bis zur Basis der linken Kammer gemessen: mittlere 3'' 7 1/3''', grösste 4'', kleinste 3'' 2 1/2'''. — Breite an der Basis, durch eine vom rechten bis zum linken Rande gezogene Linie gemessen: mittlere 3'' 7 1/2''', grösste 4'' 6''', kleinste 3'' 5'''. — Durchmesser von vorn nach hinten, durch eine in der Längenfurche an der Basis der Ventrikel von der vordern Fläche zur hintern gezogene Linie gemessen: mittlerer 1'' 11 1/6''', grösster 2'' 7''', kleinster 1'' 5'''. — Dicke der Wandungen des linken Ventrikels an der Basis. mittlere 6 1/2''', grösste 8''', kleinste 5'''. — Dicke der Wandungen des rechten Ventrikels an der Basis: mittlere 2 2/5''', grösste 3 1/2''', kleinste 1 1/2—2'''. — Dicke der Wandungen des linken Vorhofes: mittlere 1 1/2''', grösste 2''', kleinste 3/4—1'''. — Dicke der Wandungen des rechten Vorhofes: mittlere 1''', grösste 1 1/2''', kleinste 1/2'''. — Umfang der linken Vorhofsmündung: mittlerer 3'' 6 1/2''', grösster 3'' 10''', kleinster 3'' 3'''. — Umfang der rechten Vorhofsmündung: mittlerer 3'' 10''', grösster 4'', kleinster 3'' 9'''. — Umfang der Aortenmündung: mittlerer 2'' 5 1/2''', grösster 2'' 8''', kleinster 2'' 4'''. — Umfang der Lungenarterien-Mündung: mittlerer 2'' 7 3/4''', grösster 2'' 10''', kleinster 2'' 6'''. — Länge der *valvula tricuspidalis,* durch eine von der Spitze auf die Basis des Zipfels gefällte Linie gemessen: mittlere 9''', grösste 9 1/2''', kleinste 8'''. — Länge der *valvula mitralis:* mittlere 8''', grösste 9 1/2''', kleinste 5'''. — Höhe der *valvulae semilunares* in der *art. pulmonalis:* mittlere 5 1/2''', grösste 6''', kleinste 5'''. — Höhe der *vulvulae seminulares* in der *aorta:* mittlere 5 2/3''', grösste 6 1/2''', kleinste 5'''.

Hieraus geht hervor, dass *a)* der Querdurchmesser und Längendurchmesser höchst bedeutend von einander abweichen. *b)* Die mittlere Dicke der Wände muss beim linken Ventrikel eines Erwachsenen auf 7''', beim rechten auf 2 1/2''' geschätzt werden. Alter, Wuchs, Stärke und Geschlecht haben grossen Einfluss auf diese Dicke, welche vom 16. — 40. Jahre zuzunehmen scheint. *c)* Die Wandungen des linken Atrium ist um 1/3 dicker, als die des rechten. *d)* Das rechte *ostium venosum* ist weiter als das linke und beide Vorhofsmündungen haben einen grössern Umfang als die *ostia arteriosa.* *e)* Beide *ostia arteriosa* haben ziemlich genau ein und dasselbe Lumen. *f)* Die Höhe der Klappen wird von dem Durchmesser der Oeffnungen bestimmt, an welchen sie sich befinden. *g)* Das absolute Gewicht des Herzens richtet sich nicht nach dem Volumen des ganzen Organs, sondern nach der Dicke der einzelnen Theile.

Bizot's Untersuchungen ergeben Folgendes: *a)* mit dem Alter (von der Geburt bis in das höchste Alter) schreitet auch das Wachsthum des Herzens, wenigstens in Hinsicht der Länge und Breite immerwährend fort; am stärksten nimmt es bis zum 29. Jahre an Volumen zu; die Volumszunahme ist besonders in der fortwährenden Erweiterung der Ostien und in der Dickenzunahme der Wandungen der Ventrikel begründet. Dabei ist die Verdickung der Wände der linken Kammer deutlicher, als die der rechten. Die Erweiterung der venösen Ostien ist ziemlich gleichförmig, die der arteriellen nur bis ins mittlere Alter, denn im höhern Alter erweitert sich das *ostium aorticum* schneller als das *pulmonale.* Bei Kindern sind die arteriellen Ostia bis zum 6. — 10. Jahre gleich; dann wird das *ostium pulmonale* weiter als das *aorticum.* — *b)* Das männliche Herz hat grössere Dimensionen, als das weibliche, und zwar in allen Lebensperioden. — *c)* Die Höhle des rechten Ventrikels ist in allen Lebensaltern um ein Gutes grösser, als die des linken. — *d)* Die Wände des linken Ventrikels nehmen bei beiden Geschlechtern mit dem Alter (auch noch im Erwachsenen) an Dicke zu; am geringsten ist diese Zunahme in dem Alter über 50 Jahre, aber immer noch bemerkbar. Die Dicke ist in der Mitte des Herzens stärker als an der Spitze. — *e)* Die Wand des rechten Ventrikels erleidet weit weniger Altersveränderungen. — *f)* Das rechte *ostium venosum* ist weiter als das linke. — *g)* Beim weiblichen Geschlechte sind die Herzöffnungen im Allgemeinen kleiner, als beim männlichen; die venösen Mündungen sind besonders enger, während das *ostium pulmonale* verhältnissmässig weiter als bei Männern ist. — Bei langen Individuen beiderlei Geschlechts soll das Herz verhältnissmässig kleiner sein, als bei weniger langen; es soll dagegen grösser sein bei Personen mit breiten Schultern, als bei solchen mit schmalen. — Die Resultate der Messungen *Bizot's* sind (bei Erwachsenen von 30 — 49 Jahren) im Mittel folgende:

Die Länge des Herzens:	bei Männern	$43\frac{3}{23}$	P. Z.,	bei Weibern	$41\frac{2}{27}$	P. Z.
„ Breite „ „	„ „	$47\frac{18}{23}$	„ „	„ „	$44\frac{1}{27}$	„ „
„ Dicke „ „	„ „	$17\frac{3}{23}$	„ „	„ „	$14\frac{4}{27}$	„ „
„ Länge des linken Ventrikels:	„ „	$29\frac{11}{23}$	„ „	„ „	$31\frac{16}{17}$	„ „
„ Breite „ „ „	„ „	$53\frac{4}{23}$	„ „	„ „	$46\frac{4}{17}$	„ „
„ Länge des rechten Ventrikels:	„ „	$37\frac{13}{23}$	„ „	„ „	$33\frac{13}{27}$	„ „
„ Breite „ „ „	„ „	$83\frac{10}{23}$	„ „	„ „	$76\frac{1}{27}$	„ „
Die Dicke der Wände des linken Ventrikels:						
an der Basis	bei Männern	$4\frac{17}{46}$	„ „	„ „	$4\frac{1}{4}$	„ „
in der Mitte	„ „	$5\frac{1}{11}$	„ „	„ „	$4\frac{27}{54}$	„ „
in der Nähe der Spitze	„ „	$3\frac{13}{23}$	„ „	„ „	$3\frac{6}{27}$	„ „
Die Dicke der Ventrikel-Scheidewand in der Mitte:	bei Männern	$4\frac{21}{23}$	„ „	„ „	$4\frac{11}{27}$	„ „
Die Dicke der Wände des rechten Ventrikels:						
an der Basis	bei Männern	$1\frac{29}{46}$	„ „	„ „	$1\frac{19}{27}$	„ „
in der Mitte	„ „	$1\frac{7}{23}$	„ „	„ „	$1\frac{13}{54}$	„ „
in der Nähe der Spitze	„ „	$\frac{45}{46}$	„ „	„ „	$\frac{25}{27}$	„ „
Weite des linken venösen Ostiums	„ „	$48\frac{9}{22}$	„ „	„ „	$40\frac{17}{26}$	„ „
„ des rechten „ „	„ „	$54\frac{5}{23}$	„ „	„ „	$47\frac{4}{27}$	„ „
„ der Aortenmündung	„ „	$30\frac{20}{23}$	„ „	„ „	$28\frac{3}{27}$	„ „
„ des Pulmonalostiums	„ „	$31\frac{12}{23}$	„ „	„ „	$29\frac{1}{3}$	„ „

Nach *Clendinnings* Untersuchungen nimmt das Gewicht des Herzens nicht nur über die Zeit der vollständigen Entwickelung des Körpers hinaus zu, sondern auch noch über das 60. Jahr hinaus, zu welcher Zeit alle übrigen Organe an Gewicht abzunehmen pflegen. Das mittlere relative Gewicht zu dem des Körpers verhält sich bei Männern wie 1 zu 158, bei Weibern wie 1 zu 149. Nach ihm beträgt das mittlere Gewicht bei Individuen von:

15 — 20 Jahren,	bei Männern	9 ℥	21	gr.,	bei Weibern	8 ℥	$5\frac{1}{2}$ ʒ
30 — 50 „	„ „	10 „	52	„	„ „	8 „	7 „
50 — 70 „	„ „	10 „	$6\frac{1}{2}$ ʒ		„ „	$8\frac{1}{2}$ „	5 gr.
über 70 „	„ „	11 „	$1\frac{1}{2}$ „		„ „	$8\frac{1}{2}$ „	5 „

Nach *Gendrin* zeigt der Raum zwischen dem Punkte des Thorax, an dem man den Herzstoss fühlt, und dem Ansatze des 3. rechten Rippenknorpels genau die Grösse des Herzens an. Dieser Raum beträgt im Normalzustande etwa 1 Decimeter, ist aber bei den einzelnen Individuen eben so verschieden, wie die Grösse des Herzens selbst und zwar um 2—3 Centimeter. Die Länge des Herzens von der Basis des rechten Atrium bis zur Spitze beträgt eben so viel, als die Breite der Basis. Das Gewicht eines erwachsenen Herzens im Normalzustande ist etwa ℥vjjj — xj. Im Leben ist das Herz dicker als nach dem Tode, denn die Blutanfüllung seiner Gefässe vermehrt den Umfang seiner Muskelmasse. Bei Personen mit sehr entwickeltem Capillargefässsystem hat das Herz stets einen grossen Umfang. Vor der Pubertät liegt die Herzspitze tiefer, als bei Erwachsenen, die Achse des Herzens ist folglich länger (der relativ grosse Umfang des Herzens in der Jugend stimmt mit der sehr grossen Thätigkeit des Kreislaufs in diesem Lebensalter überein). Während der Schwangerschaft entfernt sich die Spitze des Herzens 3—4 Centimeter mehr als gewöhnlich vom linken Rande des Sternum und das Herz wird folglich länger. Bei Greisen nimmt das Herz an der Atrophie aller Gewebe Antheil und wird kleiner; dass Manche das Gegentheil behaupten, rührt daher, dass im Alter sehr häufig Hypertrophie des Herzens vorkommt. Bei allen Krankheiten, welche Marasmus nach sich ziehen, ist das Herz bedeutend verkleinert.

Lännec stellt als relatives Maass zur Beurtheilung der Grösse des Herzens Folgendes auf: das Herz muss ein Volumen haben, das der Faust des Individuums gleichkommt, allenfalls um ein Geringes kleiner oder grösser ist; die Wandungen des linken Ventrikels müssen um etwas mehr als das Doppelte dicker sein als die des rechten; der linke Ventrikel muss aufgeschnitten offen bleiben, der etwas weitere und ungeachtet der Dünne seiner Wandungen dennoch mit ansehnlicheren Muskeln versehene rechte Ventrikel dagegen muss zusammenfallen. — Nach *Valentin* verhält sich die Muskelmasse der rechten Kammer zu der der linken genau = 1 : 2.

Anomalien der Grösse. Eine regelwidrige Grösse erlangt das Herz entweder durch Zunahme seiner Masse, und zwar seines Fleisches (**Hypertrophie**), oder durch Erweiterung seiner Höhlen (**Dilatation**). —

Die regelwidrige Kleinheit ist entweder eine angeborne oder die Folge von Atrophie (Schwund).

Herzhypertrophie, eine sehr häufige Veränderung, kann entweder das Muskelgewebe des ganzen Herzens (totale), und zwar gleichförmig oder ungleichförmig (stellenweise in stärkerm oder schwächerm Grade) oder nur das Fleisch einer Abtheilung desselben, ja nur einzelne Portionen einer solchen (z. B. die Basis, Spitze, Septum eines Ventrikels) betreffen (partielle Hypertrophie). So ist bisweilen nur die eigentliche Fleichwand eines Ventrikels (besonders des linken) hypertrophisch, nicht aber sind es die Fleischbalken und Warzenmuskeln; in andern Fällen sind dagegen diese (vorzüglich im rechten Ventrikel) hypertrophisch, während die Wand nur mässig an Dicke zugenommen hat. Ja es kommt sogar vor, dass bei bedeutender Hypertrophie der Fleischwand mit Erweiterung des Ventrikels die Fleischbalken in der Art geschwunden sind, dass sie in Folge ihrer Verlängerung nicht nur verdünnt, sondern auch getrennt erscheinen. — Nach der Weite der Herzhöhlen unterscheidet man: einfache Hypertrophie, eine Vergrösserung bei normalem Rauminhalte (selten); concentrische: Verdickung der Herzwand bei Verengerung der Höhlen; excentrische Hypertrophie (die häufigste): Vergrösserung des Herzens mit Verdickung seiner Wand und Erweiterung der Höhlen. Diese letztere Hypertrophie kann sowohl die Ventrikel als Atrien betreffen, befällt aber am häufigsten den linken Ventrikel und dehnt sich nicht selten von hier über das ganze Herz aus. Im letztern Falle kann das Herz eine enorme Grösse (die das normale Volumen um das Zwei- bis Fünffache übersteigt) erreichen (*enormitas cordis*, *cor taurinum*). — Die Muskelsubstanz des hypertrophischen Herzens ist derber, dichter und spröder (besonders am rechten Ventrikel fast bret- oder lederähnlich rigid), gesättigt roth oder rothbraun. Später wird sie blässer, gelbbraun, ist weniger elastisch, mürber und morsch, und zeigt grosse Neigung zur fettigen Entartung. Durch diese Umänderung der Textur kommt es bei längerm Bestehen der Hypertrophie zur passiven Erweiterung, Lähmung, und selbst zur spontanen Zerreissung des hypertrophischen Herzens. — Die Dicke und Schwere des hypertrophischen Herzens ist verschiedentlich abgeändert. Die Schwere kann von ℥x bis zu 1½ Pfd. steigen; hinsichtlich der Dicke der Wandungen kann beim Manne ein linker Ventrikel von 6''' Dicke, bei der Frau von 5''', der rechte Ventrikel von 3''' beim Manne, von 2½''' Dicke bei der Frau für bereits hypertrophisch gelten. Ueber diese Gränze hinaus kann das Herz die Dicke von 1½—2'' im linken und von 6–9''' im rechten Ventrikel erreichen. — Die Form eines hypertrophischen Herzens, welche immer von der normalen abweicht, ist nach der Ausdehnung und dem Grade der Hypertrophie verschieden. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass bei Vergrösserung der linken Hälfte (vorzüglich bei Krankheiten an der Aortenmündung) das Herz länger, cylinderförmig wird, dagegen bei Vergrösserung der rechten Hälfte (bei Lungenkrankheiten und Fehlern am linken *ostium venosum*) eine breitere, viereckige oder Scheibenform annimmt. Keilförmig zeigt es sich bei Hypertrophie der Basis und des mittlern Theiles des linken Ventrikels; fast bei allen Formveränderungen rundet sich die Spitze ab. Aber auch im Innern des Herzens geht eine Formveränderung der Höhlen vor sich. Bei Erweiterung des linken Ventrikels ist nämlich das *septum ventriculorum* in die rechte Herzkammer hinübergewölbt, so dass dieselbe in ihrem Cavum bedeutend verengt ist, während ihr *conus arteriosus* desto mehr erweitert erscheint. Der Inhalt des hypertrophischen Herzens (in der Leiche) ist dunkles grumöses Blut, ohne festere Blutgerinnungen und bei Störungen des Lungenblutlaufs mit Faserstoffgerinnseln. — Die Lage des hypertrophischen Herzens ändert sich um so mehr, je voluminöser und schwerer dasselbe geworden ist. Gewöhnlich sinkt die Spitze tiefer nach links und abwärts, und die Basis stellt sich mehr nach rechts, so dass dadurch das ganze Herz eine mehr horizontale Lage erhält. Auf diese Art werden die ein- und ausmündenden Gefässe aus ihren normalen Richtungsverhältnissen gebracht, die Lungen, besonders die linke, in ihren untern Lappen durch Druck beengt, das Zwerchfell herabgedrängt und so die Unterleibsorgane incommodirt. — Als Ursache der Hypertrophie können alle Momente angesehen werden, welche die Function des Herzens bedeutend, dauernd oder doch wiederholt erhöhen. Vorzüglich thun dies mechanische Hindernisse im Herzen selbst (Insufficienzen der Klappen und Stenosen der Ostien), oder in den grössern Arterienstämmen (Verengerung, Obliteration, Aneurysmen), oder in den Lungencapillaren (durch engen Thorax, pleuritisches Exsudat, Emphysem und Bronchiectasie, indurirte Hepatisation u. s. w.). Uebrigens stehen diese mechanischen Hindernisse der Blutbewegung durchaus nicht immer im Verhältnisse zur Grösse der Hypertrophie. Oft findet sich nämlich bei geringen Hindernissen eine bedeutende Hypertrophie, und umgekehrt bei bedeutenden Hindernissen eine geringe Hypertrophie des Herzens. Ferner ziehen auch Entzündungen des Peri- und Encardiums Herzhypertrophie nach sich; ebenso kann dieselbe durch eine übermässige Innervation (centraler oder reflectirter Art) veranlasst werden (d. i. die primitive Hypertrophie), wie: durch Missbrauch geistiger Getränke, Ausschweifungen in der Liebe und Onanie, anhaltende Muskelbewegungen (besonders der Arme), vielleicht auch durch ein an plastischen Bestandtheilen reicheres und reizenderes Blut, durch Herzklopfen erregende Gemüthsbewegungen (besonders bei reizbaren Individuen) u. s. w. — Häufiger findet sich die Herzhypertrophie beim männlichen Geschlechte und im Mannesalter, wahrscheinlich weil hier die Peri- und Encarditis mit ihren Folgen eine häufigere Erscheinung ist.

Erweiterung des Herzens, *dilatatio cordis*, welche entweder alle oder nur einzelne Höhlen desselben betreffen kann, besteht entweder mit normaler Dicke oder mit gleichzeitiger Hypertrophie oder Atrophie der Herzwandung. Gewöhnlich bezeichnet man nur die Erweiterung der Herzhöhlen mit Verdünnung ihrer Wände als Dilatation und beschreibt die Erweiterung mit Verdickung der Wand als excentrische Hypertrophie. — Die Ursachen der Herzerweiterung sind: 1) bedeutendere und bleibende Ueberfüllung der Herzhöhlen mit Blut, entweder in Folge von Klappen- und Ostien-Fehlern, oder durch behinderten Aorten- und Lungen-Blutlauf (bei der gehörigen Menge des gesamm-

ten Blutes); 2) Krankheiten des Herzens mit Paralysirung seiner Muskelfasern, wie bei Peri-, Myo- und Enkarditis, bei hochgediehenen Hypertrophieen und fettiger Entartung des Herzfleisches; 3) Verwachsung des Herzens mit dem Herzbeutel. — Pathologisch-anatomische Erscheinungen. Das Fleisch des erweiterten Herzens ist sehr schlaff, leicht zerreisslich, mürbe, dunkel- oder blauroth (von Blutroth imbibirt); bei Dilatation nach Peri- und Myokarditis verhält sich der Herzmuskel dem halbgekochten Fleische ähnlich;, ist ledergelb oder schmuzigrostbraun; bei fettiger Entartung sieht er fahl aus und im Umfange des Herzens finden sich Fettwucherungen. Beim Aufschneiden fallen die Herzhöhlen schnell zusammen, was im normalen Zustande beim linken Ventrikel nicht der Fall ist; an den Atrien sind bei hohen Graden der Erweiterung die Fleischbündel auseinander gedrängt, so dass die Herzwand zwischen ihnen nur häutig erscheint; die gemeinschaftliche Scheidewand leidet von der Verdünnung am wenigsten. Gleichzeitig mit den Höhlen erweitern sich auch die Mündungen im Herzen, vorzüglich die venösen; ihre Klappen werden dabei grösser, dünner, zarter, durchsichtiger und selbst mit Lücken, aber nur selten insufficient; die Sehnenfäden und Papillarmuskeln werden länger, dünner und schlanker, das Enkardium auffallend dünn und durchsichtig. Die Ausdehnung des Herzens ist beträchtlicher in der Quere als in der Länge; es wird breiter und seine Spitze verflacht sich nach beiden Rändern hin.

Atrophie des Herzens. Der Schwund des Herzfleisches, welcher im Ganzen sehr selten vorkommt und entweder ein allgemeiner oder ein theilweiser ist, lässt sich nur mit grosser Schwierigkeit (durch Messen und Wägen des Herzens) in der Leiche erkennen. Nach der dabei bestehenden Weite der Herzhöhlen nimmt man an: die einfache Atrophie, d. i. Schwund der Muskelsubstanz und Verringerung des Volumens des Herzens bei normaler Capacität der Herzhöhlen; — die excentrische Atrophie: Abmagerung der Herzwand mit Erweiterung der Höhlen, welche sich dadurch von der Erweiterung des Herzens unterscheidet, dass bei der letztern die normale Muskelsubstanz auf einen grössern Raum ausgebreitet und das Gewicht des Herzens also ein normales ist, während bei der excentrischen Atrophie (die übrigens mit normalem, verringertem oder vermehrtem Umfange des Herzens einhergehen kann) die Gewichtsabnahme deutlich ist; — die concentrische Atrophie: normale oder selbst vermehrte Dicke der Herzwand bei Verengerung der Herzhöhlen. Sie ist die häufigste Atrophie, stets mit Verringerung des Volumens des Herzens verbunden, und der ursprünglichen Kleinheit desselben ähnlich. — Das Herzfleisch ist bei seinem Schwunde entweder zähe, derb und rothbraun, oder erschlafft, leicht zerreisslich, rostfarbig, lederähnlich, gelb und fahl. Das Herzfett ist constant geschwunden, der subseröse Zellstoff an der Spitze und Basis des Herzens serös infiltrirt, das Pericardium gewöhnlich gerunzelt, getrübt und verdickt, die Kranzgefässe stark geschlängelt. — Die Ursachen des Herzschwundes liegen: entweder in einer allgemeinen Abzehrung (nach Typhus, Pyämie, Krebs, Marasmus, Scorbut, Hydrämie, allgemeiner Fettsucht u. s. w.); oder im Herzen selbst (Verengerung und Verknöcherung der Kranzarterien, Fettanhäufungen oder dichte Exsudatschwarten auf dem Herzen, Klappeninsufficienzen); oder im Herzbeutel und in der Nachbarschaft des Herzens (bei Druck auf dasselbe durch pericardiales Exsudat oder Aftermassen, Verwachsung zwischen Herz und Herzbeutel). — Chlorose, Tuberculose, Erschöpfungen durch Faserstoffexsudate erzeugen selten eine Atrophie des Herzfleisches, wohl bedingen sie aber eine Verkleinerung der Herzhöhlen.

Die **Gestalt des Herzens** (s. Bd. I. S. 323) ist unregelmässig halbkegelförmig, von der Basis zur Spitze schmäler und dünner werdend. Es ändert sich diese Form bei der Vergrösserung (s. vorher Hypertrophie und Dilatation) und beim Schwunde des Herzens, nach der Hypertrophie der verschiedenen Herztheile verschiedentlich um. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass bei Hypertrophie der linken Hälfte das Herz länger, bei Vergrösserung der rechten das Herz breiter wird; ersteres findet vorzugsweise bei Fehlern an der Aortenmündung (Insufficienz der Aortenklappen und Verengerung des *ostium aorticum*), letzteres bei Störungen des kleinen Kreislaufs (Lungenkrankheiten und Fehlern am linken *ostium venosum*) statt.

Bau des Herzens (s. Bd. I. S. 333).

Das Herz ist aus der eigentlichen Herzsubstanz (Fleisch, Muskel) und den dieselbe an der äussern und innern Oberfläche überziehenden Membranen zusammengesetzt; von letztern ist die äussere eine Parthie (das Visceral-Blatt) des serösen Herzbeutels, die innere dagegen (das Encardium) eine Fortsetzung der innersten Haut der Blutgefässe. — Der äussere (pericardiale) Ueberzug des Herzens (s. Bd. I. S. 337), welcher sehr häufig der Entzündung *(pericarditis)* unterliegt, ist als seröser: dünn, glatt, durchscheinend, aus Bindegewebsfasern und Epithelium zusammengesetzt, und durch kurzen gefässhaltigen Zellstoff, welcher in den Sulcis Fett enthält, fest mit der Muskelsubstanz ver-

wachsen. — Der innere Ueberzug (s. Bd. I. S. 333) besteht aus denselben histiologischen Elementen, welche sich im serösen Gewebe finden, nämlich: Bindegewebe, elastische Fasern und Epithelialzellen. Am dünnsten und feinsten ist der Theil des Encardiums, welcher die Ventrikel auskleidet. Gar nicht selten entzündet sich das Encardium *(encarditis)*, besonders gern in der Gegend der Klappen und Ostien, und die dabei stattfindende Ausschwitzung bedingt die sogenannten organischen Herzfehler (Insufficienzen der Klappen und Verengerung der Ostien), mit nachfolgender Grösse-, Form- und Lageveränderungen des Herzens. — Die Muskelsubstanz des Herzens (s. Bd. I. S. 335) besteht, obschon das Herz der willkührlichen Bewegung entzogen ist, doch aus Fasern, welche den Charakter der willkührlichen (die Querstreifung) an sich tragen. Auch diese Muskelsubstanz unterliegt der Entzündung *(myocarditis)* und ihren Folgen, sowie überhaupt den Krankheiten, welchen das Muskelgewebe unterworfen ist (s. S. 394).

Die Muskelfäden des Herzens unterscheiden sich insofern von den Fäden der willkührlichen Muskeln, als sie eine geringere Breite haben; dieselbe beträgt nämlich 0,004‴ und ist nicht wechselnd, sondern ziemlich constant für sämmtliche Muskelfäden des Herzens. Auch wird durch Essigsäure die Scheide derselben viel weniger deutlich, als bei den Fäden der willkührlichen Muskeln. Behandelt man die Muskelfäden des Herzens mit Essigsäure, so erscheinen die Kerne viel seltener, sind immer lang gezogen und liegen fast immer in der Mitte des Muskelfadens; auch bemerkt man nicht selten im Centrum desselben Reihen von Körnchen. Sodann sind die Muskelfäden am Herzen nicht zu Bündeln vereinigt, welche ihre eigenen aus Bindegewebe bestehenden Scheiden haben, wie dies bei den willkührlichen Muskeln der Fall ist, sondern sie liegen durch sparsame Bindegewebfasern unter einander verbunden, dicht gepresst neben einander (und daher die grosse Festigkeit und Härte des Herzfleisches). — Die Resultate der Untersuchungen über die Faserung des Herzfleisches sind folgende: die Muskelfäden der Ventrikel, deren Ansatzpunkte theils das sehnige Gewebe am venösen und arteriellen Ostium, theils die Sehnen der Papillarmuskeln sind, zerfallen in oberflächliche und tiefe; die Richtung der äussersten Faserlagen an den Ventrikeln wird vollkommen von jener der innersten gekreuzt; die zwischen beiden verlaufenden Fasern stellen allmälig Uebergänge zwischen der innern und äussern Faserlage dar; die oberflächlichen Fasern der Ventrikel gehen in gewundenem Verlaufe von einer Kammer auf die andere über; die tieferen bleiben dagegen in der Wand ihres Ventrikels und biegen sich an der Spitze desselben in der Weise um, dass sie nach der Biegung um so mehr nach innen liegen, je mehr sie vor der Biegung nach aussen gelagert waren. In der Kammer-Scheidewand laufen die Faserzüge am meisten durch einander. Die Muskelfasern der Vorhöfe, von denen ein grosser Theil am fibrösen Ringe des venösen Ostiums seinen Ausgangspunkt nimmt, gehen an der vordern Seite in den oberflächlichen Lagen quer, theilweise auch in schiefer Richtung, von einem Atrium zum andern; weniger ist dies an der hintern Seite der Fall. An der obern Seite der Atrien fehlen diese gemeinschaftlichen Fasern gänzlich. Die tiefern Fasern, welche theils in schiefer, theils in querer Richtung verlaufen und sich vielfach durchkreuzen, gehören jedem Vorhofe eigenthümlich an. Da, wo die Venen in die Atrien treten, befinden sich, rings um die Mündungen, mehr oder weniger gewundene, selbst kreisförmige Fasern. In den Herzohren sind die Fasern vielfach unter einander verflochten.

[NB. Ueber die Nerven und die Bewegungen des Herzens s. später beim Kreislaufe des Blutes.]

Ductus arteriosus Botalli (s. B. I. S. 338. 341). Im Fötus wird ein Theil vom Blute der *vena cava inferior* mittels der *valvula Eustachii* durch das *foramen ovale* in das linke Atrium und von da in den linken Ventrikel und in die aufsteigende Aorta geleitet; der übrige grössere Theil, sowie das Blut der *ven. cava superior* gehen aus dem rechten Atrium in den rechten Ventrikel und von da in die *art. pulmonalis*. Aus dieser letztern fliesst dann das Blut durch den *ductus Botalli* in die Aorta. — Aus dem Folgenden geht nun hervor, dass das ganze Blut, welches aus dem linken Ventrikel in die Aorta eintritt, aus dieser in die 3 Stämme des Aortenbogens geschafft wird, während das, durch den *ductus Botalli* fliessende, nur in die absteigende Aorta gelangt; so dass nichts oder nur ein sehr geringer Theil desselben aus dem Bogen der Aorta in die absteigende Aorta strömt.

Anatomie des *ductus Botalli*. Dieser Gang, welcher so weit ist, wie die auf- und absteigende Aorta und sich wie eine wirkliche Fortsetzung der Lungenarterie verhält, geht von der letzteren unmittelbar an deren Theilungsstelle, oberhalb des Anfanges des linken Astes, ab, verläuft nach aufwärts und senkt sich in das Anfangsstück der absteigenden Aorta, gegen welchen hin seine Richtung geneigt ist. Das Aortenende dieses Ganges liegt immer jenseits der Ursprungsstelle der *art. subclavia sinistra*, so dass der zwischen beiden liegende Raum der absteigenden Aorta zwischen ¼ bis über 1″ beträgt. Dieser Raum nun ist so auffallend enge, dass man glauben muss, es habe kein Blut denselben passirt (normale, fötale Aorten-Verengerung). Die Verengerung dieses Stückes ist um desto stärker, je weiter der *ductus Botalli* und die *art. subclavia* sind. Ueberdies bildet die innerste Gefässhaut, am obern Umfange der Einmündungsstelle des *ductus* eine Verlängerung über dieses Lumen, die vielleicht vom Blutstrome des *ductus* nach aufwärts gehoben wird und so diese Verengerung noch etwas vergrössert. — Mit dem erwähnten Blutlaufe steht ferner auch die Dimension der aufsteigenden Aorta im Verhältnisse, welche, nur so weit wie die absteigende, den grossen Aesten des Bogens entspricht, während sie beim Erwachsenen bedeutend weiter als die absteigende Aorta ist. — Das Herz des Fötus ist ebenfalls der besagten Art der Circulation angemessen, denn seine linke Hälfte (die jetzt eine geringere Blutmenge nur auf eine kleinere Distanz zu treiben hat) ist bedeutend schwächer als die rechte, während sich dies beim Erwachsenen doch umgekehrt verhält. — Bei Neugebornen kommt auch öfters ein schwarzes Blutgerinnsel vor, das stets in der Richtung vom *ductus* in die absteigende Aorta liegt, niemals aber sich in der verengerten Stelle der Aorta findet.

Obliteration des *ductus Botalli*. Wenige Tage nach der Geburt erfolgt in das Lumen des *ductus* eine Exsudation (der ähnlich, welche im Verlaufe einer Entzündung der innersten Gefässhaut auftritt); diese wird im Verlaufe der Zeit in ein cellulo-fibröses oder callöses Gewebe verwandelt, und der *ductus* in einen soliden Strang *(lig. arteriosum)*, an dem man anfangs noch die Gefässwand und das Exsudat unterscheiden kann. In der *art. pulmonalis* findet sich an der entsprechenden Stelle ein nach aufwärts zugespitztes, kegelförmiges Grübchen, öfter auch ein sich blind im *lig. arteriosum* endigender Kanal, oder aber nur eine nach dem Querdurchmesser der *art. pulmonalis* liegende Spalte. In der Aorta ist die erwähnte Verlängerung der innersten Gefässhaut am *ductus* in eine mehr oder weniger vorspringende, nach dem Querdurchmesser der Aorta liegende Leiste verwandelt, und unter dieser findet man als letzten Rest des Lumens entweder ein Grübchen, oder eine querliegende Spalte, oder nur einige Rauhigkeiten. An der benannten Leiste ist die Aorta fast in allen Fällen etwas verengert (normale Aorten-

Verengerung der Erwachsenen). Die fötale Verengerung ist dagegen verschwunden (nur bisweilen findet sie sich noch, doch in geringerem Grade, vor); die aufsteigende Aorta und ihr Bogen sind bedeutend weiter geworden, und das Lumen der aufsteigenden Aorta ist um die Summe der Aeste des Bogens grösser, als jenes der absteigenden Aorta. Bisweilen, doch seltener, findet man den *ductus* blos etwas zusammengeschrumpft und noch mit einigen Lumen; seine Wand ist dann dicker oder hypertrophisch, die innerste Membran getrübt und gerunzelt. — Nach *Billard* schliessen sich der *ductus arteriosus* und die *artt. umbilicales* immer durch diese concentrische Hypertrophie (active Obliteration); die Obliteration (passive) des *ductus venosus* und der *ven. umbilicalis* dagegen soll durch Zusammenfallen, Einsinken der Wände vor sich gehen. Nach *Hamernjk* findet aber die Obliteration aller dieser fötalen Kanäle durch ein Exsudat statt, das mit der Zeit in ein cellulofibröses verwandelt wird. Er sah bereits am 2. Tage dieses Exsudat im *ductus* und fand denselben im 13. Monate schon vollständig obliterirt, nicht aber über das 3. Jahr hinaus mehr offen. Wie sich dieses Exsudat bildet, ist schwer zu bestimmen; es scheint, dass das Aufhören der Blutströmung, an welche diese Kanäle bereits durch längere Zeit gewohnt waren, dies verursacht; ohne Zweifel entsteht die Exsudation nach demselben Gesetze, nach welchem bei hungernden Thieren der Magen sich entzündet.

NB. Wenn die fötale Aortenverengung nicht schwindet, oder der Obliterationsprocess sich über den *ductus Botalli* hinaus in die Aorta erstreckt, oder die erwähnte Falte am Aortenende des *ductus* von abnormer Grösse ist und bleibt, so gibt dies Veranlassung zur Verengerung und Verschliessung der Aorta, die aber durch Ausbildung des Collateralkreislaufs (durch die *art. mammaria interna*, *intercostalis prima* und *epigastrica*) ausgeglichen wird.

Nahrungsflüssigkeiten; Kreislauf; Ernährung; Absonderung und Aufsaugung.

Das Bestehen des menschlichen Körpers hängt von einem ununterbrochenen Wechsel seiner Materie ab; jeder, auch der kleinste Theil desselben bildet sich fort, indem er sich neu erzeugt, wieder vernichtet wird, wieder neu erzeugt u. s. f., so dass der ganze Organismus einer unaufhörlichen regulirten Metamorphose unterworfen ist und nach einiger Zeit, obschon er äusserlich noch das frühere Ganze darstellt, doch aus individuell ganz anderen, jüngeren, wenn auch anatomisch und physiologisch gleichen Theilen und Stoffen, als früher, besteht. Dieses immerwährende Wiederneuerzeugtwerden (Verjüngen und Mausern; Stoffmetamorphose) des Körpers kann aber nur zu Stande kommen, wenn von ihm stets Stoffe von der Aussenwenwelt aufgenommen, der eigenen Substanz ähnlich gemacht, und dafür die früher aufgenommen Stoffe, welche schon eine Zeit lang die seinigen gewesen und unbrauchbar geworden sind, wieder an die Aussenwelt abgesetzt werden. Die erste Bedingung einer solchen fortwährenden Umbildung (also des Lebens) eines Organismus ist nun aber, dass er, wie er aus Flüssigkeit entsteht, auch durch und durch von Flüssigkeit (d. i. von einem bald mehr, bald minder wässrigen Blasteme; s. S. 142) durchdrungen sei, und dass alles, was in ihn eingehen oder aus ihm ausgeschieden werden soll, vorher flüssig gemacht werde. Der Träger dieser Flüssigkeiten und demnach der Mittelpunkt des ganzen bildenden Lebens, der wahre Lebensquell, ist das Blut, und dieses bedarf

also vor allem einer regelmässigen Stoffaufnahme und Stoffausscheidung (Verjüngung und Mauserung). Erstere besteht hauptsächlich in Aufnahme von Sauerstoff, Chylus und Lymphe, und Wasser; letztere in Absetzung der sogenannten Excretionsproducte (s. S. 139. 142), wie Urin, Galle, Haut- und Lungenausdünstung.

Nahrungsflüssigkeiten.

(S. 142.)

I. Blut, *sanguis*, αἷμα.

Das Blut, von dem man 2 Hauptarten, nämlich arterielles und venöses unterscheidet, ist die sich in den Blutgefässen (Arterien, Venen und Capillargefässen) bewegende rothe (hochrothe in den Arterien, dunkelrothe in den Venen), warme (etwa 29—31° R., 98° F.), klebrig-dickliche, schwach alkalische und nicht elektrische Flüssigkeit von 1050—1059 specifischem Gewichte (etwas schwerer als Wasser), eigenthümlich fadem Geruche und salzig-süsslichem Geschmacke, welche die Stoffe zur Bildung und Erhaltung aller Theile des Körpers enthält, die zersetzte Materie aus den Theilen in sich zur Ausscheidung nach besondern Organen aufnimmt und durch neue Nahrungsstoffe, theils aus äussern Stoffen (Chylus), theils aus Materien, die schon organisirt waren (Lymphe), vom Lymphgefässsysteme aus erzeugt wird. Das Blut ist also das Product des Nahrungsstoffes und die Quelle der Ernährung und Absonderung. Seine Menge ist nach Alter, Temperament, Körperbau und Constitution sehr verschieden und steht jedenfalls mit der Thätigkeit der Verdauungs- und Respirationsorgane und der Raschheit des Stoffwechsels in gewissem Verhältnisse; man hat sie gewöhnlich auf 20 ℔ angegeben, so dass etwa der 5.—8. Theil des Körpers Blut wäre. Das lebende Blut, so wie es im Körper fliesst, besteht überall aus einer gleichförmigen, farblosen Flüssigkeit (Plasma), in welcher zweierlei Arten zerstreuter Bläschen schwimmen, von denen die einen mit farbigen Hüllen versehen sind (farbige Blutkörperchen) und dem Blute seine Farbe geben, die andern dagegen farblos (Lymphkörperchen oder ungefärbte Blutkörperchen) erscheinen. Frisches, warmes Blut stösst an der Luft einen in der Kälte sichtbaren Dunst mit dem eigenthümlichen Blut-Geruche aus, d. i. Blutdunst, *halitus s. aura sanguinis*.

Die **rothe Farbe des Blutes**, welche zum grössten Theile von den farbigen Hüllen der Blutbläschen herrührt und in ihren Nüançen sehr verschieden und leicht veränderlich ist, zeigt sich dunkler: in den Venen (mit Ausnahme der Lungenvenen), beim Embryo, in der Schwangerschaft, beim Manne und im höhern Alter; je plethorischer, robuster ein Mensch, je langsamer das Blut durch den Körper getrieben wird, je mehr der Athmungsprocess verlangsamt oder behindert ist, je schneller das Blut in den Haargefässen durch diese oder jene Absonderung aus arteriellem in venöses verwandelt wird, um so dunkler ist es. Dagegen ist seine Farbe heller: in den Arterien (mit Ausnahme der *art. pulmonalis*), wenn es in einem kleinen Blutstrahle ausfliesst; in der Jugend, zur Zeit der Pubertät, bei den Frauen (ausser der Schwangerschaft), bei zarten, phlegmatischen und blutarmen Sub-

jecten; Bewegung, äussere Hitze und besonders warme Bäder machen das Blut heller, auch hat der grössere Gehalt an Salzen, besonders an kohlensauren Alkalien, grossen Einfluss auf seine hellere Farbe, weshalb die Pflanzenfresser helleres Blut als die Fleischfresser haben. Das Hundeblut ist hinsichtlich der Farbe dem des Menschen am ähnlichsten. — Die Farbe des Blutes ist das Ergebniss verschiedener Ursachen, welche sich, unabhängig von einander, bald gegenseitig unterstützen, bald beschränken. Dieselbe Nüançe kann deshalb auf verschiedene Weise zu Stande kommen, und die Farbe allein erlaubt niemals einen Schluss auf die innere Zusammensetzung des Blutes. Die Farbe hängt ab einestheils von den im Plasma gelösten Substanzen (Hämatin), andern- und zwar grösstentheils von den darin suspendirten Körperchen. Zuvörderst kommt es bei den letzteren auf das Verhältniss der farbigen zu den farblosen Blutkörperchen an; nach bedeutenden Blutverlusten z. B. ist die Summe der farblosen zu den farbigen vermehrt und die Blutröthe deshalb heller. Was die rothen Körperchen betrifft, so modificiren sie die Farbe des Blutes: durch ihre Zahl (je grösser ihre Zahl, desto dunkler ist das Blut); durch ihre Form (alles, was den Körperchen Wasser entzieht und sie einschrumpfen macht, färbt das Blut heller; bei kuglicher Gestalt derselben wird die Farbe dunkler); durch ihren Pigment- und Gasgehalt (Hämatin, Sauerstoff und Kohlensäure; ersteres wird durch den zweiten hell, durch die letztere dunkel gefärbt). Finden sich neben den Blutkörperchen noch andere mikroskopische Partikelchen (wie Fett, Chylus) im Plasma (dessen grösserer Concentrationsgrad die Farbe brillanter macht), dann geben sie dem Blute eine hellere Färbung und machen das Serum milchig. Färbung des sonst ziemlich farblosen Plasmas durch den Farbstoff der Galle und vielleicht auch durch den des Harns bedingt eine gelbliche Blutfarbe; eine grössere Menge von Hämatin im Plasma aufgelöst (bei salzarmem, wässrigem Plasma) macht das Blut dunkler. Die wichtigsten Bedingungen der Blutfärbung sind: die Veränderung des Hämatin durch die Respiration und die Zahl der farbigen Blutkörperchen; ein blutkörperchen- und kohlensäurereicheres Blut ist dunkel, ein cruorarmes und sauerstoffhaltigeres hell. Im Leichnam ist das Blut blassroth: bei Chlorose, Anämie, Hydrämie, Tuberculose; — hoch- oder zinnoberroth: nur bei *atrophia senilis;* — braunroth: bei entzündlicher (hyperinotischer) Blutbeschaffenheit; — schmutzig braunroth: bei dünnflüssigem (durch Eiter, Jauche) zersetztem Blute; — dunkelblau- oder schwarzroth: bei Eindickung (Hämopectis) und Störungen des Lungenblutlaufs; — purpur- oder kirschroth: bei Exanthemen; — dunkelkirschroth: bei Pyämie, croupöser Krase; — dunkelviolettroth: bei Typhus; — schmutzighimbeerroth: bei der Blutzersetzung.

Die **Wärme des Blutes** ist die der Höhlen des Körpers und etwas höher beim Arterienblute, als beim venösen; sie sinkt um einige Grade beim Herauslassen aus der Ader und steigert sich beim Fieber bis zu 32° R.; sie hängt übrigens, wie die des Körpers im Allgemeinen, von der Stärke des Athmens und der Circulation ab. *Nasse* hat bei Schwangern immer ein kälteres Blut als sonst bei Frauen gefunden; die Wärmecapacität fand er im Ganzen vom specif. Gewicht abhängend, nur bei Aufregung der Herzthätigkeit sah er die Abkühlung, unabhängig vom specif. Gewichte, langsamer geschehen. *Schultz* hat sehr häufig bei venösem Blute in dem Augenblicke, wo es sich röthet, Temperaturerhöhung wahrgenommen; auch sah *Davy* durch das Schütteln des Venenblutes mit Sauerstoff 1—2° F. Wärme sich entwickeln; *Wilson* und *Buzorini* wollen durch Galvanismus die Temperatur des Blutes um 2—3° gesteigert haben. Versuche haben ferner gelehrt, dass bei anhaltendem Blutverluste das zuletzt abfliessende Blut sich rascher abkühlt, als das zuerst entleerte, und dass die Temperatur des Blutes, welches eine Speckhaut bildet, in der Regel etwas schneller fällt, als die Temperatur des gewöhnlichen Blutes. Es geht daraus hervor, dass die Wärmecapacität mit der Dichtigkeit des Blutes in geradem Verhältnisse steht.

Der **Geruch des Blutes**, welcher von einem an Wasserdunst und etwas thierische Materie (vielleicht Eiweiss) gebundenen und wahrscheinlich von einer flüchtigen fetten Säure herrührenden Riechstoffe abhängt, steigt als Blutdunst, *halitus s. aura sanguinis*, aus frisch gelassenem Blute auf, und dieser wurde früher für den Träger der Vitalität des Blutes gehalten. Der Geruch des Blutes ist wie der der Lungen- und Hautausdünstung eigenthümlich und beim Menschen und jeder Thiergattung verschieden. Er scheint zu der Geschlechtsverrichtung in Beziehung zu stehen und ist stärker in der Pubertät als in der Jugend, bei robusten Subjecten, bei Männern stärker als bei Frauen und Castraten; *Barruel* fand, dass er durch Zusatz von Schwefelsäure (nicht sehr concentrirter nach *Nasse*) sich stärker entwickele, was *Matteucci* so erklärt: es sättigt die Säure das Natron einer mit einer flüchtigen Fettsäure gebildeten Seife, wodurch also das Fett frei wird. Negerblut soll eigenthümlich stark und unangenehm riechen. — Nach Einigen soll die Qualität des Blutgeruches in Krankheiten stets dieselbe bleiben, der Halitus nur stärker oder schwächer riechen; er soll aber auch bei Harnverhaltung urinös, im Scorbut faulig sein können.

Die **Consistenz des Blutes** (welches dünnflüssigem Eiweiss ähnlich), deren Grad sich nur beim geschlagenen, seines Faserstoffs beraubten Blute, nicht beim frischen genauer erforschen lässt, richtet sich im Ganzen nach dem specif. Gewichte und hängt ab: von der Menge der Blutkörperchen, von der Klebrigkeit (dem Eiweiss- und Fibringehalte) des Blutwassers, vom Wärmegrade und von der Stufe der Gerinnung. Wiegt man geschlagenes Blut in einem kleinen Glase, welches 500 — 1000 Gran hält, so kann man leicht und weit genauer, als durch die Speckhaut auf dem geronnenen Blute, erfahren, ob der Kranke viel oder wenig Blut im Körper habe, ob seine Constitution kräftig oder schwach, ob Wiederholung des Aderlasses von Nutzen sei oder nicht. Bei Blutverlusten wird das Blut wässriger, wahrscheinlich durch Absorption der parenchymatösen Flüssigkeit. Von der zu starken Viscosität des Blutes hängen ohne Zweifel auf ganz mechanische Weise oft Stockungen in den Haargefässen ab (vorzüglich in den feinen der Lungen) und von diesen dann vermehrte Ausschwitzung des Plasma in das Gewebe. Bei vermehrter Consistenz des Blutes legen sich die Blutkörperchen im gelassenen Blute schneller zu Säulchen an einander und sinken zeitiger (wodurch die *crusta* entsteht). Sinken die Körperchen einzeln ungewöhnlich schnell, dann ist entweder die Klebrigkeit des Plasma geringer oder das specif. Gewicht der Körperchen im Verhältniss zum Plasma vermehrt.

Die Consistenz des Blutes kann vermehrt oder vermindert, das Blut also dick- oder dünnflüssig sein. Dabei kommt nicht selten auch eine Farbenveränderung desselben, sowie in der Regel eine Abweichung in seiner Quantität vor. Die Quantitätsabweichungen werden nämlich am schnellsten durch das Wasser ausgeglichen, welches deshalb auch der variabelste Bestandtheil des Blutes ist. Beim Blutreichthum nimmt es nämlich ab und das Blut wird dick; bei der Blutarmuth nimmt seine Menge zu und das Blut bekommt eine wässerige Beschaffenheit. Doch findet sich auch reichliches dünnes und sparsames dickflüssiges Blut; ja in der Regel vermindert sich mit der Zunahme der Dichtigkeit die Menge des Blutes. Es hängen diese verschiedenen Zustände jedenfalls von der schnellern oder langsamern Vermehrung oder Verminderung des Blutes, sowie vom augenblicklichen Zustande desselben während jener Veränderung ab. — Dickflüssiger muss das Blut werden: bei Ueberwiegen seiner proteinhaltigen und fettigen Theile über die wässrigen, und dies (absolut oder relativ) könnte zu Stande kommen: durch Verlust oder zu geringe Aufnahme von Wasser; durch verhinderte Aus- und Abscheidung des Fettes und Proteins; durch vermehrte Aufnahme und Bildung, sowie verhinderte Metamorphose dieser letztern Stoffe. Dickflüssigkeit findet sich nach *Engel*: *a)* bei schnell eintretendem Verluste von wässrigen Bestandtheilen: durch profuse Schweisse und Diarrhöen, Cholera, ausgebreitete Verbrennungen der Haut mit Blasenbildung. *b)* Bei der Fettsucht und Plethora oder chronischen Albuminose. *c)* Bei Typhus, acuter Tuberculose, Exanthemen, acuter Krebsdyskrasie, Säuferkrase, (Narkotisirung durch Opium und Blausäure, Hundswuth). Bei den erstgenannten sogen. hypinotischen Krasen (acuter Albuminose) geht die Dickflüssigkeit im Verlaufe (nach der Localisirung) der Krankheit in Dünnflüssigkeit über. *d)* Bei Herzkrankheiten (wo das Blut gewöhnlich durch wiederholte Aderlässe bald wässrig und zur Erzeugung von Lungenödem geschickt gemacht wird). *e)* Bei acuten Leiden (besonders entzündlichen) des Gehirns und Rückenmarks. *f)* Bei der entzündlichen Beschaffenheit des Blutes. Nur dieses letztere Blut hat keine dunkle, sondern eine braunrothe Färbung. — Dünnflüssiger (hydrämisch) und weniger gerinnbar muss das Blut werden: beim Ueberwiegen (absoluten

oder relativen) seiner wässrigen Bestandtheile über die festen, und dies könnte zu Stande kommen: durch abnorme Aufnahme wässriger Theile (mehr aus dem Körper selbst, wie z. B. nach grossen Blutverlusten, als von aussen); durch gehinderte Ausscheidung derselben; durch verminderte Aufnahme oder vermehrten Absatz der plastischen Bestandtheile, und durch Zersetzung dieser letztern. Es findet sich Dünnflüssigkeit (nach *Engel*): *a)* nach wiederholten Blutflüssen, Blutentziehungen und Exsudaten; das Blut ist hierbei blassroth und verringert. *b)* Bei sehr langsam vor sich gehenden, bedeutenden, besonders albumenreichen, Ausscheidungen, das Blut wird blass und vermindert. *c)* Durch die Infection mit Eiter, Jauche, Harnstoff, Galle; beim Scorbute und Moschusmissbrauch; das Blut ist schmutzigbraun. *d)* In Folge mechanischer Erschwerung der Circulation bei Herzklappenfehlern; das Blut ist blauschwarz und vermehrt. *e)* Hemmung wässriger Excretionen, bei Nieren- und Hautkrankheiten u. s. w.

Das specif. Gewicht des Blutes schwankt zwischen 1050—1059 und ward von *Nasse* im Mittel 1055 gefunden. Das Blut der Männer ist dicker und wenigstens $^1/_{1000}$ schwerer, als das der Weiber, und hält sich immer über 1053, während das der Weiber häufig nur 1050 wiegt. In der Jugend ist das Blut dünner und leichter, als bei Erwachsenen (von 1075 spec. Gew. in den Nabelgefässen, nach *Denis*). Es ist schwerer bei kräftiger Constitution und guter Nahrung, und am Morgen (wahrscheinlich aus Mangel von Flüssigkeit, die während des Tages genossen wird). Es liefert übrigens die specifische Schwere für sich durchaus keine Aufschlüsse über die Zusammensetzung des Blutes, und nur die extremen Grade der Schwere und Leichtigkeit (bei Plethora, Anämie und Hydrämie) können zu Anhaltepunkten hinsichtlich der Dichtigkeit oder Wässrigkeit des Blutes, namentlich aber seines Gehaltes an Körperchen und überhaupt festen, suspendirten oder gelösten Stoffen dienen.

Die **Elektricität des Blutes** ist nach *Bellingeri* so gross, wie die des Eisens und nach *Hornbeck* mehr negativ als die des Wassers; *Dutrochet* erklärte den Faserstoff und die Kerne der Blutkörperchen für elektronegativ (weil sie sich an den positiven Pol setzen), die Schale und den Farbestoff für elektropositiv. Alles elektrische Verhalten des Blutes reducirt sich aber nach *Müller* und *Nasse* lediglich auf ein chemisches.

Die **Menge des Blutes** wurde früher höchst verschieden (von 8—40 ℔) angegeben und ist erst durch *Valentin's* Verfahren genauer ergründet worden. Derselbe entzog nämlich dem Körper, welchen er vorher gewogen hatte, etwas Blut, dessen Wassergehalt er nachher berechnete, spritzte dann eine bestimmte Menge Wasser in die Venen ein und entzog darauf wiederum eine Portion Blut, dessen Wassergehalt er mit dem des zuerst gelassenen verglich; nun konnte er nachweisen, mit wie viel Blut jenes Wasser sich vermischt hatte. Er fand auf diese Art: dass die absolute Quantität des Blutes, eben so wie das Körpergewicht, sehr schwankt, selbst bei ausgewachsenen Individuen derselben Art, weil sie sich nach der Körpergrösse richtet; dass dagegen die relative Menge, oder das Verhältniss des Blutgewichts zu dem Körpergewichte, für jede Säugethierart so ziemlich constant ist; dass zwar je kleiner die Thierart, desto geringer die relative Blutmenge ist, aber die Vermehrung der Verhältnisszahl nicht in ganz gleichem Verhältnisse zu der Vermehrung des Körpergewichts steht; dass weibliche Thiere eine etwas geringere relative Blutmenge als männliche zu haben scheinen, während früher das Umgekehrte behauptet wurde; dass kranke und gesunde Thiere dieselbe relative Blutmenge besitzen, so lange ihr Totalorganismus noch in sehr reger Thätigkeit ist. Aus dem letztern Funde schliesst *Valentin*, dass die Natur eine bestimmte relative Blutmenge als unabweisliche Norm hinsetzt und dass bei abzehrenden Krankheiten, wo das Blut nicht ernährt wird, dasselbe aus dem Organismus selbst eine nicht unbedeutende Menge von Stoffen aufnimmt und so, um seine bestimmte Vollzähligkeit zu erlangen, die Abmagerung des Körpers bedingt und zwar um so mehr, je reichlicher gesunde oder krankhafte Abscheidungen aus ihm selbst wieder erfolgen. Gewöhnlich schlägt man die Blutmenge beim Menschen auf 20 ℔ an; nach *Valentin's* ungefährer Schätzung beträgt das relative Gewicht etwas mehr, es verhält sich zu dem des Körpers wie 1 : 4,25 und ist bei einem mittlern Menschen zur Zeit der

stärksten Entwickelung etwa 23 ℔ (bei der Frau von 30 Jahren) bis 31 ℔ (beim Manne von 50 Jahren). Jedenfalls besitzt der Mensch das Vorrecht vor den Thieren, relativ zum Körper die grösste Menge Blut zu haben. Nach *Schultz* sind fette Subjecte blutarm (was auch schon die ältesten Aerzte behaupteten), dagegen glaubt *Valentin*, dass bei Fetten das Blut nur in der grössern Anzahl von Capillargefässnetzen (wegen der Fettcysten) zurückgehalten werde und deshalb hier eher Verblutungstod (der nicht von absolutem Blutmangel, sondern direct von Lähmung des centralen Nervensystems herrührt) eintrete, weil das Gehirn die durch Blutmangel bedingten Lähmungserscheinungen des Nervensystems früher erfahre, als bei Magern, wo weniger Blut in der geringern Anzahl von Capillargefässen verharren kann.

Die **Quantität** des Blutes kann vermindert oder vermehrt sein und beide Abweichungen können entweder das Blut des ganzen Körpers (allgemeine) oder das einzelner Organe (örtliche) betreffen. — Dass örtliche Hyper- und Anämie existirt, ist ausgemacht; ob aber eine allgemeine Blutzunahme und Abnahme einfach und rein, d. h. mit proportionaler Vermehrung oder Verminderung der einzelnen Blutbestandtheile, vorkomme, wird noch sehr in Zweifel gestellt. Wenigstens kann dies nur kurze Zeit der Fall sein, da sich dabei sehr bald das Mischungsverhältniss des Blutes ändert.

Zur **Beurtheilung der Blutmenge** im Leichnam stellt *Engel* folgende Regeln auf: *a)* die Quantität des ganzen Blutes beurtheilt man: nach dem Grade der Füllung des Herzens und der grossen Gefässe, und nach der Injection der Capillaren. Im Herzen findet sich im normalen Zustande immer Blut (mit Gerinnungen), bei Erwachsenen in der rechten Hälfte mehr als in der linken, bei Neugebornen in beiden Hälften gleich viel, beim Greise in beiden sehr wenig flüssiges. Seine Menge bei Erwachsenen ist so, dass die Ventrikel weder abnorm ausgedehnt, noch in der Contraction behindert sind. Die Anfangstheile der grossen Gefässe enthalten so viel Blut, dass es etwa den 6. Theil des Lumens einnimmt. Im weitern Verlaufe der Arterien findet sich etwas röthlich gefärbtes Blutwasser, dann sind dieselben blutleer; die kleinsten Arterien und die Capillaren enthalten wieder etwas flüssiges Blut. Die Venen enthalten alle mehr oder weniger Blut. — *b)* Die Blutmenge in den Capillaren beurtheilt man ungefähr: nach dem Grade der Färbung des Organs, nach dem Grade der Feuchtigkeit und Consistenz desselben und nach der Menge des ausfliessenden oder auszudrückenden Blutes. Je feiner die mit Blut injicirten Gefässe, desto grösser ist der Blutgehalt des Organs. Niemals beurtheile man die Blutmenge eines Organs nach der Füllung der grossen Gefässe desselben.

Vertheilung des Blutes in den einzelnen Organen. Sehen wir von den verschiedenen Leichenhyperämieen (s. S. 197) ab, so findet sich in der Leiche das Blut im Normalzustande in den einzelnen Organen so: *a)* Lunge; das Blut derselben hat sich hauptsächlich in den grössern Gefässen angehäuft, und nach dem untern hintern Theil gesenkt; aus der Schnittfläche lässt sich etwas blutstriemiges Wasser pressen. — *b)* Leber; die grössern Pfortadergefässe enthalten dunkles, dünnes Blut; der Schnittfläche entquillt eine geringe Menge blassbräunlichen Wassers. — *c)* Milz; das Blut ist hier in der Pulpa so vertheilt, dass es beim Einschneiden nicht austritt und seine Menge nur aus der Grösse, Farbe und Consistenz der Milz beurtheilt werden kann. — *d)* Nieren; die Rindensubstanz zeigt zahlreiche röthliche Punkte und Streifen, aus denen etwas Blutflüssigkeit ausgedrückt werden kann. — *e)* Hirnhäute; ihre grössern Venenzweige sind bluthaltig. Je feiner die hyperämischen Gefässchen, und je mehr die grössern Venen gewunden (varikös), und aus den Hirnfurchen herausgetreten, erscheinen, desto grösser ist die abnorme Blutvermehrung. — *f)* Gehirn; enthält wenig Blut und dieses erscheint auf der Schnittfläche als wässrige Blutpunkte. — *g)* Die Häute (Schleim-, seröse und äussere Haut) findet man fast blutleer und blass.

Vertheilung des Blutes nach dem Lebensalter. In der Jugend sind die allgemeinen Decken, die Knochen, das Gehirn und die Hirnhäute, die Schilddrüse, Leber und Milz blutreicher als im Mannesalter; — im mittlern Lebensalter haben dagegen Lungen, Muskeln und Schleimhäute einen grössern Blutreichthum; — im Alter nimmt die ganze Blutmenge ab; vorzüglich zeigt sich dies in den Geschlechtstheilen, dem Gehirne und den Lungen. — Es folgen die Organe hinsichtlich ihres Blutreichthums etwa so auf einander: *a)* beim Neugebornen: Leber, Milz, Nieren, Lungen, Hirn- und Rückenmark, Knochen, Muskeln, Haut, Schleim- und seröse Haut. *b)* Im Blüthenalter: Lungen, Milz, Leber, Nieren, Muskeln, Geschlechtstheile, Schleimhaut (besonders die respiratorische), Knochen, Gehirn, seröse Häute.

Vertheilung des Blutes nach der Todesart (s. S. 188). *Devergie* will gefunden haben, dass *a)* bei Syncope die Vertheilung nach der frühern oder spätern Lähmung dieses oder jenes Herztheiles verschieden ist: α) bei Lähmung des ganzen Herzens, weil die Circulation überall zugleich cessirt, nirgends vorzugsweise Anhäufung; β) bei Lähmung des rechten Herzens: Blutanhäufung in demselben und in den benachbarten Organen, die ihr Blut dahin schicken (Hohladern, Leber u. s. w.); dagegen Blutleere in den nahen Organen, welche ihr Blut vom rechten Herzen erhalten (Lunge, linkes Herz, Arterien u. s. w.); γ) bei Lähmung des linken Herzens: Blutanhäufung darin und in den Lungen. — *b)* Bei Asphyxie: Blutanhäufung in den Lungen, im rechten Herzen und in den Venen, dagegen Blutleere im linken Herzen und im Aortensystem. — *c)* Bei

Apoplexie, weil die Lungenaction sofort stockt, wie bei der Asphyxie und nur noch Blutreichthum im Gehirn. — *Aldridge* fand als allgemeine Regel: *a)* sind Lungen und rechtes Herz mit Blut gefüllt, so ist auch die Leber blutreich, dagegen sind Nieren, Gehirn, Arterien blutarm. — *b)* Enthalten linkes Herz und die Hirnarterien Blut, dann sind auch die Nieren blutreich, dagegen Lungen und Leber verhältnissmässig blutarm.

Blutmangel, Blutarmuth, Anämie (Oligämie, Hypämie, Spanämie), kann sich auf den ganzen Organismus ausdehnen, oder nur ein einzelnes Organ befallen. Im erstern Falle wird sie beim Lebenden sehr oft Ursache von den verschiedenartigsten pathologischen Zufällen (besonders nervösen), und zwar häufig ganz von denselben, welche man auch der Blutfülle zuschreibt.

a) **Locale Anämie** bringt folgende Erscheinungen hervor: das kranke Organ ist blässer, trockener, lässt beim Einschneiden oder Drücken wenig oder kein Blut fahren, hat wegen der schlechtern Ernährung und des Mangels an Blastem ein geringeres Volumen (wenn nämlich das Blut nicht durch eine infiltrirte Masse verdrängt wird), und ist entweder weicher (collabirt) oder fester als im Normalzustande. Hohe Grade können Tod des Theiles (unter der Form des trocknen oder kalten Brandes, der Erweichung) erzeugen. Ursachen sind ausser allgemeinem Blutmangel (besonders im Alter): verhinderter Blutzufluss; — örtlicher Blutverlust (auch wenn dadurch allgemeine Anämie eintritt, bleibt dieses Organ doch am deutlichsten anämisch); — hoher Grad von Eindickung des Blutes; — bedeutender Austritt von Blutbestandtheilen (nach massigem Exsudate wird selbst ein entzündetes Organ anämisch); — Blutanhäufung in einem andern, benachbarten Organe. — Die Ursache des gehinderten Blutzuflusses kann entweder vor dem Organe an und in den Gefässen liegen (Druck, Verstopfung u. s. w. derselben), oder im Organe selbst (Compression, Schrumpfung, Infiltration desselben).

b) **Allgemeine Anämie**, kommt in jedem Lebensalter vor, aber wohl nicht ganz rein (d. h. mit gleichförmiger Abnahme aller Blutbestandtheile), sondern immer mit einer, wenn auch nur geringen Abweichung in der Zusammensetzung des Blutes. Diese Abweichung kann aber ohne Zweifel verschiedener Art sein und wahrscheinlich bald mehr die festen Blutkörperchen, bald mehr die flüssigen Theile des Blutes betreffen. Vielleicht hat hierauf die Ursache und das langsamere oder schnellere Entstehen der Anämie, sowie die Beschaffenheit des Blutes im Momente der Entstehung Einfluss. Gewöhnlich geht die Anämie mit relativer Vermehrung und absoluter Verminderung des Wassers einher, nach einigem Bestehen aber in Hydrämie (in absolutes, nicht mehr relatives Ueberwiegen des Wassers) über; im Leben erzeugt sie oft solche Nervensymptome, wie sie bei Congestionen nach dem Kopfe entstehen. — Die Anämie ist dem Greisenalter normal; tritt bei kleinen Kindern (besonders solchen, welche aufgefüttert werden) unter den Symptomen von Atrophie und Hirnaffection auf *(Hydrocephaloid, leucosis)*; erzeugt bei Mädchen (die aber keinen Herz-, Lungen- oder andern Fehler haben dürfen) um die Pubertätszeit die rein chlorotischen Erscheinungen, und bildet im spätern Mannesalter den vorzeitigen Marasmus (bei hysterischen Frauen und Hypochondristen). Zur Erkennung der Anämie dient das Geräusch in der *ven. iugularis interna* (zwischen den beiden Köpfen des Kopfnickers), das sogenannte Nonnen- oder Teufelsgeräusch, was aber nicht in der Carotis entsteht, wie man früher glaubte. — Pathologisch-anatomische Erscheinungen: Collapsus und Blässe (wächserne) am Aeussern und im Innern des Leichnams, keine oder wenig blasse Todtenflecke; nicht unbedeutende Starre, Herz und Milz klein, Gefässsystem sehr blutarm, das Blut blassroth, wässrig, nicht coagulirbar, aber Faserstoffgerinnungen (wegen des relativen Ueberwiegens des Fibrins) absetzend; im Schädel verhältnissmässig etwas mehr Blut. Ging die Anämie schon in Hydrämie über, dann: seröse Ausscheidungen an verschiedenen Punkten. Bei Anämie im Gefolge von acuten Blutkrankheiten (Typhus u. s. w.) behalten die Leichen neben der Erbleichung die besondere kachektische Färbung bei. Je nachdem die Anämie schneller oder langsamer entstanden ist, werden die genannten Erscheinungen etwas modificirt sein. — Ursachen der Anämie: starker Verlust von But oder Blutbestandtheilen (Blutflüsse, Blutentziehungen, zu starke Secretionen und Exsudationen, luxuriirende Aftergebilde); verminderte Blutbildung (wenig oder schlechte Nahrung, gestörte Digestion und Respiration, deprimirende Nervenleiden, Dyskrasien, besonders die tuberculöse und krebsige, typhöse u. s. w.); schnellere und bedeutendere Consumption ohne gleichmässigen Ersatz von Blut und Blastem (in den ersten 6 Monaten der Schwangerschaft, bei schnellem Wachsen, in der Pubertät, bei geschlechtlicher Ausschweifung, excedirender körperlicher und geistiger Anstrengung); Eindickung des Butes (s. später); voreiliges Zerfallen und Zerstörtwerden der Blutkörperchen (?); angeborne Disposition; der Arzt (durch unnütze Blutentziehungen, zumal bei Entzündungen nach geschehener Exsudation, und bei blutigem Auswurfe blutarmer Phthisiker; durch Medicin in spätern Zeiträumen von Krankheiten, wo es gilt Blut zu machen u. s. w.).

Blutreichthum, Vermehrung der Blutmenge (Polyämie, Hyperämie, Plethora) kann wie die Verminderung derselben eine locale und eine allgemeine sein. Die erstere ist, wenn sie die Haargefässe eines Organes betrifft, unter dem Namen Congestion oder Hyperämie bekannt; die letztere wird Plethora genannt.

a) **Locale Hyperämie**, Congestion *(plethora partialis)*, bedingt folgende Erscheinungen: das betheiligte Organ ist, weil es mehr und langsamer fliessendes Blut enthält, röther (injicirt), von succulenterm und weicherm Parenchym, etwas geschwollen, elastischer und turgescirend (wenn es die Structur und ihre Hülle gestattet), schwerer. Die Ernährung des Theiles wird, weil kein organisirbares Exsudat durch die Hyperämie

gesetzt wird, nicht gesteigert, wohl aber oft vermindert und abgeändert, so dass dadurch Auflockerung und Atrophie entstehen kann. Nach dem Zustande des Blutes und des befallenen Organes, nach dem Sitze der Blutanhäufung mehr in den venösen oder arteriellen Theile des Haargefässnetzes, in diesem oder in jenem Organe, nach dem Grade der Hyperämie, werden die Erscheinungen modificirt sein. Nach *Engel* wird in einem hyperämischen Organe die Menge der eigentlichen parenchymatösen Feuchtigkeit (des Blastems) und der normalen Secretion nicht nur nicht vermehrt, sondern stets vermindert oder ganz aufgehoben, so dass der kranke Theil deshalb trocken wird. Aus diesem Grunde bedingen oft wiederkehrende oder langdauernde Hyperämieen, Atrophie des Organs. Leicht kann die Hyperämie, die übrigens bei jeder Beschaffenheit des Blutes zu Stande kommen kann, sich steigern und in die Stasis und Entzündung (und dann Exsudation) übergehen, sowie zu Blutungen Veranlassung geben (s. später diese Zustände). Nach *Henle* findet bei jeder, auch nur geringen Congestion, eine vermehrte Exsudation statt. — Ursachen der Hyperämie: gehemmter Rückfluss des Blutes durch die Venen (mechanische Hyperämie) ist die häufigste Ursache und kann in und an den Venen selbst oder in einem erkrankten, den Blutdurchlauf störenden Organe liegen; — Erschlaffung und Lähmung (direct oder indirect, durch die Gefässnerven entstandene), sowie überhaupt Erkrankung der Gefässwände, besonders bei Nervenparalyse und Hypostase (passive Hyperämie); — verminderter und gesteigerter Luftdruck; — veränderte (gesteigerte und verminderte) Herzthätigkeit; — örtliche Reizung des Organs (active Hyperämie); — veränderte Blutbeschaffenheit (Viscosität). — Es lässt sich sonach die Ursache der Hyperämie in verschiedenen innern und äussern Störungen suchen, welche alle darin übereinkommen, dass sie die Circulation durch das Capillarsystem stören. — Bei Steigerung der Hyperämie wird der Lauf des Blutes im Capillarnetze des erkrankten Theiles immer langsamer und es stockt endlich derselbe ganz (Stasis); dann ist das kranke Organ noch blutreicher, voluminöser, schwerer, dunkler und gleichmässiger roth gefärbt, es tritt Ausschwitzung von Blutbestandtheilen ein und beim Einschneiden fliesst albuminös-seröses, röthliches Fluidum aus (s. Entzündung). Bei etwas längerer Dauer der Stasis und höheren Graden derselben, erweitern und schlängeln sich die von Blut strotzenden Gefässe in der Umgegend; es entsteht leicht Hypertrophie des Organs.

b) **Allgemeine Hyperämie**, Plethora, venöse Vollblütigkeit, Venosität oder chronische Albuminose nach *Engel*; vorzüglich dem zweiten Mannesalter und der Fettleibigkeit (*habitus quadratus, torosus apoplecticus*) eigen. Sie muss zu Stande kommen können: durch erhöhte Blutbildung, bei kräftiger Verdauung; durch abnorm verminderten Verbrauch bei normaler Bildung des Blutes; durch gehemmtes Zerfallen der Blutkörperchen. Nach der Ursache der Plethora muss die Natur des Blutes dabei verschieden sein; es scheint dasselbe stets in seiner Beschaffenheit verändert zu sein; denn es wird dunkel, dickflüssig, klebrig, dem Venenblute mehr oder weniger ähnlich gefunden. Es sollen die Blutkörperchen über den Faserstoff überwiegen und das Blut ärmer an Wasser sein. Manche bezweifeln die Plethora noch ganz. — Pathologisch-anatomische Erscheinungen. Der grosse Blutgehalt bedingt eine Anfüllung des Gefässsystems, sowohl in seinen grössern als kleinern Kanälen; die Weichtheile sind deshalb dunkler, bluthaltiger, succulenter und zerreisslicher, Herz, Leber und Pfortader, Milz, Lungen sind besonders reich an Blut; die rechte Herzhälfte meist erweitert, die Hypostasen ausgedehnt, die Haut düster, bräunlich oder bläulich, straff und mit dunklen Livores, die Muskeln dunkelrothbraun, der ganze Leichnam stärker durchfeuchtet; im Herzen lockere, dunkle Blutcoagula und geringe mit flüssigem Blute getränkte Faserstoffgerinnung. — Die Plethora disponirt zu Congestionen, Hämorrhagieen, zu blenorrhoischen, albuminösen und serösen Ausscheidungen; tödet schnell, vorzüglich durch Blutung, Hirn- und Lungenödem. Die beschwerlichsten Symptome ruft sie durch die Wirkung auf die Nervencentra hervor. — Ursachen der Plethora: vermehrte Blutbildung durch zu reichliche Stoffzufuhr; zu geringer Absatz bei der Stoffmetamorphose (zu wenig Bewegung), Unterdrückung von Blutungen und Secretionen; am gewöhnlichsten beruht sie auf einer angebornen und ererbten Anlage.

Mikroskopische Bestandtheile des lebenden Blutes.

So lange das Blut in den Gefässen des lebenden Körpers circulirt, erscheint es unter dem Mikroskope aus 2 organischen Bestandtheilen zusammengesetzt, aus einer farblosen, hellen und durchsichtigen Flüssigkeit, *liquor s. lympha sanguinis* nach *Müller*, Plasma nach *Schultz* (die aber nicht mit dem Serum des geronnenen Blutes zu verwechseln ist), und aus zweierlei Arten von runden, im Plasma schwimmenden Körperchen oder Bläschen, von denen die einen, bei weitem zahlreicheren, sich sogleich durch ihre gelbliche Färbung auszeichnen (d. s. die farbigen Blutkörperchen), die andern aber farblos und den Lymphkügelchen ähnlich sind (d. s. farblose Blutkörperchen). Ausserdem wollen Einige noch Eiweisspartikelchen und freie Fettkörperchen (vielleicht Reste der zerfallenen Blutkörperchen) gesehen haben (im geschlagenen Blute); ob dieselben

auch im Blute innerhalb der Gefässe vorkommen, ist noch ganz unentschieden.

a. Die **Blutflüssigkeit**, das **Plasma** (eine Auflösung von Eiweiss, Faserstoff und Salzen in Wasser, vermischt mit Fett), der wesentliche, gerinnende und eigentlich bildende Theil des Blutes, aus dem die sogenannte plastische Lymphe (in Wunden und entzündeten Organen) und die parenchymatöse Bildungsflüssigkeit (s. S. 142) hervorgeht, ist eine farblose, gleichförmige, klebrige Flüssigkeit (von 1029—1031 specif. Gew.), welche, so lange sie noch flüssig ist, sich gut mit Wasser mischen lässt, an der Luft aber gerinnt und sich in einen farblosen Blutkuchen (Fibrine) und farbloses Serum trennt. Diese Gerinnung wird durch Wärme (36—39° R.) begünstigt, doch tritt sie weit eher ein als beim Serum, welches eine Wärme von 52—56° R. braucht, um zu gerinnen. *Berzelius* und *Müller* nehmen im Plasma den Faserstoff als im Serum chemisch aufgelöst an; *Schultz* hält ihn dagegen für eine organische Bildung aus dem, eine lebendige Einheit darstellenden Plasma, die während der Gerinnung nach Maassgabe der verschiedenen äusseren Bedingungen in ganz verschiedenem Verhältnisse zum Serum und nur unter der Bedingung erfolgt, dass das Blut lebendig ist (s. bei Gerinnung). — Die Hauptbestandtheile des Plasma sind jedenfalls: Wasser, Eiweiss- und Faserstoff, Fett und Salze. Der Wassergehalt des Plasma ist nach *Becquerel* und *Rodier* 896 und 920 bei Männern, 896 und 916 bei Frauen, (das weibliche Plasma also um ein Geringes dichter); während der des Serum 904—914 ist. Der Wasserreichthum des arteriellen Blutes im Vergleich zum venösen, wie ihn *B.* und *R.* gefunden haben, scheint allein von dem relativen Uebergewicht des Plasma abgeleitet werden zu müssen *(Henle)*. Die Schwankungen des Wassergehaltes im kranken Plasma überschreiten nur um Weniges die physiologischen Gränzen. Die Faserstoffmenge im normalen Plasma schwankt nach *Denis* zwischen 2,5 und 2,8; nach *Becquerel* und *Rodier* 1,7 und 4,0 bei Männern, 2,0 und 2,9 bei Weibern. Im Blute der Neugebornen ist weniger Faserstoff enthalten als in dem der Erwachsenen; zur Zeit der Pubertät scheint eine Zunahme zu erfolgen; Schwangere haben ein ziemlich faserstoffreiches Plasma; doch soll zu Anfange der Schwangerschaft (in den ersten 6 Monaten nach *Andral* und *Gavarret*) das Fibrin stets etwas verringert sein. Zwischen arteriellem und venösem Blute haben die Untersuchungen einen geringfügen Unterschied des Fibringehaltes, meist zu Gunsten des ersteren ergeben. Durch Fleischdiät wird, im Gegensatze zur Pflanzenkost, das Blut reicher an Faserstoff *(Lehmann)*. Entziehung der Nahrung vermehrt seinen Faserstoffgehalt; Aderlässe sollen bei gesunden Individuen Zunahme des Faserstoffs, bei Krankheiten, je nach der Natur derselben, bald Zu-, bald Abnahme desselben veranlassen. Bei fortgesetzter langsamer Blutung nimmt in der Mehrzahl der Fälle der Faserstoff erst ab, dann zu und kurz vor dem Tode wieder ab; plötzliche bedeutende Blutungen haben immer Abnahme des Faserstoffs zur Folge *(Nasse)*. Die Gränzen für den Fibringehalt im kranken Blute sind nach *Andral* und *Gavarret* 10,5 und 0,6, nach *Popp* 13,3 und 0,9. Bei Entzündungen (besonders Pneumonie), Rheumatismen und Lungentuberkeln soll fast stets der Faserstoff (im arteriellen und venösen Blute) das Normal übersteigen. Uebrigens ist immer zu bedenken, dass Manche den Faserstoff im lebenden Blute ganz leugnen und denselben für ein Zersetzungsproduct ansehen. — Der Eiweissstoff des Plasmas ist seiner Menge nach schwer zu bestimmen; nach *Becquerel* und *Rodier* beträgt er beim gesunden Manne zwischen 71 und 86, beim Weibe zwischen 73 und 87, in der Schwangerschaft zwischen 68 und 79; er kann bei wiederholten Aderlässen bis auf 70 sinken; in Krankheiten soll sich seine Menge bedeutend vermehren und vermindern können. [Ueber Fett, Käsestoff, Salze, Extractivstoffe im Plasma s. später bei der chem. Zusammensetzung des Blutes.]

Die Bildung des Plasma im Blute des Embryo geschieht nach *Schultz* vor der der Blutbläschen durch Umwandlung des Fettes der Dotterkügelchen, und ebenso beim Erwachsenen durch das Fett des Chylus und der Lymphe, wobei vielleicht das Fett erst

in Elweiss übergeht. Doch scheinen sich auch die Kerne der Blutbläschen (vorzüglich das Fett derselben) mit Hülfe der Respiration, durch welche sie gleichsam assimilirt und geschmolzen werden, in Plasma umbilden und dann durch die Bläschenwand durchtreten zu können, so dass also die Blutbläschen auch indirect zur Ernährung beitragen. Denn während das Plasma mittels Exosmose durch die Gefässwandungen in das Parenchym der Organe tritt, verlassen die Blutbläschen die Gefässe nicht, weshalb sich auch im Venenblute weniger Plasma, als im arteriellen vorfindet, während sich die Blutbläschen nicht vermindert haben. Substanzen, welche in die Bildungen und Secretionen übergehen, werden daher auch nur vom Plasma aufgenommen, ohne die Bläschen zu verändern. Die Vermehrung des Plasma hat einen erhöhten Bildungsprocess zur Folge, doch gewöhnlich verbunden mit vermindertem Erregungsprocesse, welcher von der (vermöge ihres Sauerstoffgehaltes) reizenden Wirkung der Blutbläschen auf das Nerven- und Muskelsystem abhängig scheint. Dagegen schwindet bei Verminderung des Plasma und Vermehrung der Blutbläschen die belebende Kraft des Blutes, wie das Blut der Scorbutischen und Apoplectischen, das Menstrual- und Pfortaderblut beweist. — Das Plasma besitzt nach *Schultz* eine innere Gestaltung und organische Bewegung durch Selbsterregung, denn aus ihm allein bildet sich der Blutkuchen und in ihm entdeckt man kleine in steter oscillatorischer Bewegung befindliche Kügelchen. Diese innere, aus einer Selbstattraction und Selbstrepulsion der Urtheile (Kügelchen) hervorgehende Bewegung des Plasma erstreckt sich während des Fortströmens auch seitwärts durch die Gefässwandung in das Parenchym und verliert sich hier in dem Bildungsprocesse. Dass die Lebenserregung des Blutes nur im Plasma, nicht in den Bläschen ihren Grund hat, zeigt sich auch an den augenblicklichen Veränderungen des Plasma in den verschiedenen Lebenszuständen, wobei die Bläschen unverändert bleiben. Diese Lebenserregung des Blutes ist natürlich keine absolut, sondern nur relativ selbstständige, durch seine Wechselwirkung mit den Gefässen und übrigen Organen des Körpers bedingte.

b. **Farbige** oder **eigentliche Blutkörperchen, Blutbläschen, Blutzellen,** *corpuscula, granula, globuli, vesiculae sanguinis* (Hämatieen *Gruithuisen's*), wurden bald nach Erfindung des Mikroskops von *Malpighi* (a. 1665) entdeckt und schon von *Leeuwenhoek* (a. 1673) genauer beschrieben. Sie bilden sehr glatte und schlüpfrige, rundliche Körperchen mit abgerundeten Rändern, finden sich im Blute aller Wirbelthiere, haben hier eine röthliche Hülle und geben dadurch dem Blute seine rothe Farbe; auch im Blute vieler Wirbellosen kommen sie vor, sind hier aber meistens, wie das ganze Blut, farblos. Sie schwimmen so zahlreich im Plasma, dass ihrer, wenn man 20 ℔ Blut im Körper annimmt, ungefähr 12—13 Billionen (gegen 30,000,000 auf eine Kubiklinie) existiren. — Die menschlichen Blutbläschen, sowohl des arteriellen als venösen Blutes (sowie der Säugethiere), haben eine scheibenförmige kreisrunde, linsenförmige Gestalt, sind von $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{400}'''$ Breite (im Mittel) und einer Dicke, die $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ der Breite beträgt ($\frac{1}{1500}'''$), sie sind nach Einigen in der Mitte von beiden Seiten etwas napfförmig vertieft (biconcav), nach Andern haben sie dagegen ebene oder auch wohl convexe Flächen, die in einen sanft abgerundeten, etwas aufgewulsteten Rand zusammenstossen. Sie sind durchsichtig und einzeln schwachgelblich gefärbt, erst wenn viele beisammen liegen, entsteht die rothe Farbe; sie besitzen eine grosse Elasticität, Weichheit und Biegsamkeit und grosse Neigung sich zu Haufen und geldrollenähnlichen Reihen zu gruppiren (auch innerhalb der Gefässe des lebenden Körpers bei Blutstockung); sind schwerer als das Serum und selbst das Plasma und senken sich in demselben um so leichter, je grösser sie sind. Schon *Leeuwenhoek* beobachtete in der Mitte der flachen Seite der Blutbläschen (besonders wenn sie nicht mehr ganz frisch sind) einen dunkleren Fleck, den man zuerst für eine innere Höhle, für eine Vertiefung auf der Oberfläche oder mit *de la Torre* für ein Loch hielt, so dass die Bläschen durchlöcherte Ringe darstellten; *Hewson* zeigte, dass derselbe von einem festen Centraltheile (Kern), der im Innern des Bläschens liege, herrühre. Ob dieser centrale Fleck sich schon im Blute innerhalb der Gefässe vorfinde, ist schwer zu ermitteln; bei einigen Bläschen findet er sich gleich beim Herauslassen des Blutes, bei andern entsteht er bald nachher; allerdings sieht man öfters den durchschimmernden Kern auch in den Capillargefässen durchsichtiger Theile, in der Regel jedoch nicht oder sehr undeutlich. Nach *Henle's* Beobachtungen bemerkt man auch auf Blutbläschen, welche keinen Kern im Innern besitzen, einen Fleck, und hier entsteht er entweder durch ungleiches Zusammenschrumpfen der Hülle des Bläschens und zeigt sich auch wie ein Körnchen, von dem man nicht weiss, ob es sich äusserlich oder innen befindet; oder durch Täuschung, indem die

Blutkörperchen sehr bald nach dem Ausfliessen entweder am Rande etwas aufschwellen oder sich etwas nach der Fläche biegen, wodurch es unmöglich wird, Umfang und Mitte zugleich deutlich zu sehen und daher, je nach der Stellung des Objects, bald ein dunkler Ring mit heller Mitte (wenn der Rand deutlich gesehen wird), bald eine helle Scheibe mit dunklem Centrum gesehen wird (wenn sich das Centrum in der richtigen Focaldistanz befindet). *Nasse* beobachtete auch in der Mitte der napfförmigen Vertiefung häufig ein kleines helles Körnchen oder eine kleine nicht scharf umschriebene Hervorragung. Jetzt steht die Sache mit dem Kerne der Blutkörperchen so, dass Einige einen solchen in allen, Andere nur in manchen Körperchen, und noch Andere gar keinen annehmen. — Nach *Schultz* sind die Blutbläschen keine bleibenden unveränderlichen Bildungen, sondern verschiedene Entwickelungsstufen durchlaufende Körper, die nach diesen Stufen verschiedene Grade von organischer Contractilität zeigen. Die jungen Bläschen erwachsener Thiere sind am reizbarsten und contractilsten. In den ausgebildeten Formen mindert sich schon die Contractilität, und in den im Absterben begriffenen Bläschen ist sie nur ganz schwach. Im lebenden Blute befinden sich die Bläschen in einem Zustande natürlicher Contraction durch beständige Reizung mittels des in ihnen enthaltenen Sauerstoffs und der im Plasma gelösten Salze, und dadurch werden sie vor zu früher Auflösung und Zerstörung gesichert. (Das Weitere s. später bei Schale und Entstehung der Blutbläschen.)

Form der Blutbläschen. Sie ist beim Menschen, wie bei den meisten Säugethieren, kreisrund, linsenförmig, nur bei dem Kameele, Dromedar und Lama fand man sie länglich und anstatt mit einer Vertiefung, mit einer bauchförmigen Hervorragung versehen. Somit findet sich hier ein Uebergang zu den untern 3 Klassen der Wirbelthiere. Die Vögel haben nämlich elliptische, länglich ovale, in der Mitte gewölbte, in einen scharfen Rand auslaufende Blutkörperchen; die Amphibien ovale, platte, in der Mitte mit einer, vom Kerne herrührenden, starken Erhabenheit versehene; die Fische ebenfalls länglichplatte, elliptische, in der Mitte dickere (die Cyclostomen runde). Bei den Wirbellosen finden sich, selbst in dem Blute desselben Thieres, granulirte Bläschen von ganz verschiedenen Formen neben einander, wie runde, rundliche, eiförmige, elliptische, zugespitzte und rhombische. Dasselbe findet sich nach *Schultz* auch bei Embryonen, wo verschiedene Uebergangsformen vorkommen.

Grösse der Blutbläschen. Sie lässt sich aus folgenden Gründen nicht genau angeben: 1) in der frühesten Zeit des Embryolebens scheinen sie grösser zu sein, als bei älteren Embryonen und beim vollkommenen Thiere; *Gulliver* will sie in 5—6monatlichen Embryonen kleiner, bei Neugebornen dagegen grösser, als bei Erwachsenen gesehen haben. 2) Sie sind in dem nämlichen Individuum nicht alle von gleicher Grösse, man findet kleinste, mittlere und grösste; bei den kreisrunden scheint die Grössenschwankung bedeutender zu sein als bei den elliptischen und dann bei denen der Säugethiere bedeutender als bei den Menschen, so dass das grösste das kleinste um das Doppelte übertreffen kann. 3) Die Grösse scheint zu verschiedenen Zeiten und durch besondere Einflüsse (besonders Hitze) bei einem und demselben Individuum zu wechseln. *Valentin* und *Wagner* glauben bei fastenden Thieren eine Verkleinerung, *Bruns* eine Vergrösserung des Längendurchmessers beobachtet zu haben; der Neger scheint etwas kleinere, als der Europäer zu besitzen; im arteriellen Blute vermuthet *Wagner* keine so auffallenden Grössenveränderungen wie im venösen. Die Fleischfresser haben durchschnittlich etwas grössere als die Pflanzenfresser, namentlich als die Wiederkäuer. 4) Die Messungen lassen sich meistens nur an dem aus den Gefässen genommenen Blute machen und hier erleidet die Form sehr bald Veränderungen. — Die Grösse der Blutbläschen steht in keinem Verhältnisse mit der Grösse des Thieres. Unter den Säugethieren, welche die kleinsten Blutkörperchen besitzen, hat der Mensch die grössten und die Wiederkäuer (Ziege) die kleinsten; dem Menschen in dieser Beziehung am nächsten steht der Affe; grösser sind die der Vögel und Fische; die grössten finden sich bei den Amphibien (besonders nackten), von denen einige (wie *Proteus*) 8—10mal grössere als der Mensch haben. Diese Grössenverschiedenheiten sind nach *Schultz* durch die verschiedene Grösse der peripherischen Gefässe in den verschiedenen Thierklassen bedingt.

Die **Menge der Blutkörperchen** zu der des Plasma lässt sich nur ungefähr schätzen. In eingeschlossenem Säugethierblute, worin sich die Blutkörperchen senkten, beträgt die Höhe der Schicht, welche sie bilden, nach *Schultz* nur $^1/_3$, selten mehr als $^1/_2$ der ganzen Menge. Da sich hier nun zwischen den Bläschen noch Plasma befindet, so kann man die Volumenmenge derselben höchstens zu $^1/_4$ der ganzen Blutmasse anschlagen. Das Vögelblut ist reicher an Blutbläschen, als das der Säugethiere, weniger enthält das Blut der Amphibien, am wenigsten das der Fische und der Wirbellosen. Nach *Denis* besteht das Blut im Mittel aus 876,880 Plasma und 123,117 Blutkörperchen; nach *Le Canu* aus 869,1547 Flüssigkeit und 130,8453 Körperchen. Das Menstrualblut soll nach Letzterem kaum die Hälfte des gewöhnlichen Gehaltes an Blutkörperchen haben; das Arterienblut dagegen mehr als das venöse, was aber nach andern nicht der Fall ist. Personen von sanguinischem Temperamente sollen mehr Blutkörperchen haben, als phlegmatische. In der Entzündung, Bleichsucht und nach wiederholten Aderlässen fand *Denis* ihre Zahl vermindert; *Simon* fand im Alter weniger, nämlich in 1000 Th. Blut bei einem 3½jähr. Kinde 115, bei einem 28jähr. Mädchen 106, bei einem 55jähr. Manne 77 Th. Blutkörperchen.

Bau der Blutbläschen. Hierüber existiren, wegen der Kleinheit und Verschiedenheit der Bläschen im Verhalten gegen die nämlichen Einflüsse, die verschiedenartigsten und oft widersprechendsten Angaben, auch ist man noch sehr zweifelhaft, ob sich nicht die bis jetzt beobachteten Structurverhältnisse ganz anders verhalten, so lange das Bläschen sich noch im Körper befindet. Von den Meisten werden die Blutbläschen ihrer Zusammensetzung nach als vereinzelte Primitivzellen (s. S. 146), von *Valentin* nur für einen Zellenkern angesehen, welche von einer äusserst dünnen texturlosen Haut (Hülle, Schale, *tegumen*) umgeben, einen kleinen Kern *(nucleus)* einschliessen und übrigens mit einer aus Wasser, Globulin und Hämatin bestehenden Flüssigkeit (Zelleninhalt) gefüllt sind. Doch sind die meisten Körperchen ohne Kern und es ist nicht unmöglich, dass sich derselbe erst ausser dem Gefässe durch eine Art Gerinnungsprocess bildet. Jedenfalls ist das Dasein des Kernes noch zweifelhaft; wahrscheinlich gibt es Blutkörperchen mit und welche ohne Kern. — Nach *Nasse* bestehen die Blutbläschen aus einer in Wasser nicht löslichen Grundlage (Gewebe?), welche von einer wahrscheinlich gelösten oder wenigstens in Wasser leicht löslichen rothen Substanz (Blutroth) nebst etwas Wasser durchdrungen ist, und in deren Mitte ein festsitzendes Aggregat von festen, nicht mit Blutroth verbundenen Körnchen (Kern) sich befindet. Jene Grundlage (Zelleninhalt) ist wahrscheinlich nach aussen zu dichter (Zellenmembran, Hülle). — *Hünefeld* hält die Blutkörperchen für den Eiern analog gebildete Körper, bestehend aus Hülle (Amnioshaut) und einem aus Fett und Eiweiss gebildeten Kern (Dotter), zwischen denen das mit Häutchen durchwebte und abgetheilte Albumen sich befindet, von welchem letzteren aus sich 2 Stränge (Chalazen) mit dem Kerne verbinden, deren verschiedene Zusammenziehungen beim Zusatz und Eindringen verschiedener Reagentien mehr oder weniger bemerkliche Einschnürungen und andere Formveränderungen veranlassen mögen. — Nach *Hewson* und *Schultz* enthält das Blutkörperchen ausser der Schale und dem frei beweglichen Kerne eine elastische Flüssigkeit als Zelleninhalt. — *Raspail* hielt die Blutkörperchen für weiter nichts als Eiweisspräcipitat und den Kern für ein Product der Auflösung, während *Turpin* jedes Blutbläschen für einen organisirten, mit einem Mittelpunkt der Aufsaugung, Assimilation und des Wachsthums versehenen und mit einer bestimmten Lebensdauer begabten Körper betrachtet. Nach *Treviranus* und *Mayer* sollen die Blutbläschen eine eigenthümliche Bewegungskraft besitzen, ja nach *Eber* und *Mayer* sogar Infusorien sein. — Der Farbestoff des Blutes (Hämatin) hat seinen Sitz in den Blutkörperchen (mit Ausnahme der wirbellosen Thiere, Blutegel, Mollusken, Krebs, Auster), nur ist es noch unentschieden, ob er die ganze Substanz des Blutbläschens gleichförmig durchdringt, oder ob er nur an der Schale oder am Kerne haftet.

Schale der Blutbläschen. Sie ist ein höchst zartes, häutiges, structurloses Gebilde und wird durch Wasser ganz farblos, durchsichtig und scheint verschwunden, allein durch Jodtinctur erhält sie dann eine dunkelbraune Färbung und tritt wieder sehr deutlich hervor. Sie ist sehr elastisch, wie man beim Drücken der Bläschen bemerken kann, wo dieselben ganz verschiedene Formen und nach Aufhören des Druckes ihre frühere Gestalt wieder annehmen können. Der Farbestoff scheint hauptsächlich der Schale anzugehören; aber nur ihr anzuhaften; sie lässt (wie andere organische Membranen) nicht allein die Flüssigkeit des Blutbläschens eintreten (worauf sie sich runzelt und um den Kern zusammenzieht), sondern gestattet auch einer dünnern Flüssigkeit, dem Wasser, den Durchgang von aussen nach innen (wonach die Bläschen anschwellen, kugelig werden und endlich platzen). Essigsäure löst die Hülle schnell auf; am besten hält sie sich im Serum oder einer Auflösung von Koch- oder Glaubersalz. — *Schultz* schreibt der Schale eine organische Contractilität zu, die sich auf angebrachte Reize (Mittelsalze, Weingeist, Kälte) sehr bemerklich macht und in den abgestorbenen Bläschen aufhört. Sie ist eine der wichtigsten Lebensäusserungen des Blutes, mit deren Entstehen und Vergehen die Lebenskraft zu- und abnimmt. Die Erregbarkeit durch Respiration ist allein hierin begründet. Bei erhöhter Contractilität der Schale wird der Farbestoff durch diese dichter eingeschlossen und ist dann schwerer auszuziehen. Diese Contractilität steht mit der Menge des Farbestoffs im umgekehrten Verhältnisse, je grösser die Menge dieses, desto geringer jene. Da nun die Kerne um so grösser sind, je weniger Faserstoff vorhanden ist und umgekehrt, so sind also mit einander verbunden: grosse Kerne, grosse Contractilität und wenig Farbestoff (bei den jungen Bläschen), sowie kleine Kerne, geringe Contractilität und viel Farbestoff (bei den alten Bläschen). Die alten, ihrer Contractilität beraubten Bläschen sind unfähig die Kohlensäure auszutreiben und dafür Sauerstoff aufzunehmen.

Kern der Blutbläschen. Er ist ein festes und rundliches, einem kernlosen Cytoblasten in der Zelle zu vergleichendes Körperchen, welches sich in der Form und Grösse so ziemlich nach der des Blutkörperchens richtet und etwa 4—5mal kleiner als das Blutbläschen (etwa $^1/_{1000}$—$^1/_{1200}$''') ist. Seine Lage ist nach Einigen in der Mitte des Bläschens, nach Andern excentrisch an der innern Fläche der Schale, an welcher Stelle nach seiner Entfernung ein heller Fleck entsteht, während der übrige Theil der Schale noch gefärbt erscheint. *Hewson* und *Schultz* geben an, dass er in der Höhle des Bläschens herumrolle, während er nach Andern festsitzt. Ob der Kern, so lange er sich im Bläschen befindet, mit Farbestoff durchdrungen ist oder nicht, ist unentschieden, nach seiner Isolirung zeigt er sich farblos und glänzend weiss. Sein Bau ist in den elliptischen Körperchen (nach *Nasse*) überall deutlich körnig, so dass er in einzelne Partikelchen zerfallen kann, die sich in den Bläschen zerstreuen. Er scheint innerhalb des Bläschens allmälig aufgelöst werden zu können, weshalb vielleicht auch in einigen Blutkörperchen ein Kern zu finden ist und in andern nicht. Manche Physiologen bezweifeln die Existenz des Kerns in den Blutbläschen innerhalb des thierischen Körpers und halten denselben nur für ein Kunstproduct; auch *Wagner* glaubt, dass er sich durch Gerinnen ausserhalb des Körpers bilde. Allein seine chemische Differenz von der übrigen Substanz des Bläschens, die Entwickelungsgeschichte der Blutkörperchen, das Vorkommen der grossen Kerne bei rascher Blutbildung, die Betrachtung der bei den Amphibien so deutlichen Uebergangsstufe der Lymphkörperchen zu den Blutkörperchen machen die Existenz des Kerns im kreisenden Blute sehr wahrscheinlich. Vielleicht erfährt er nur einige Veränderungen in seiner Consistenz ausserhalb des Körpers. Seine chemische Zusammensetzung ist noch nicht genau ermittelt und ist auch schwer zu ergründen. Einige (*Müller, Simon*) halten ihn für Faserstoff, *Vogel* für geronnenes Eiweiss und für durchaus unlöslich in Essigsäure, nach *Nasse* und *Hünefeld* verhält er sich dem Dotter analog, besteht aus Fett mit etwas Eiweiss und ist höchst wahrscheinlich aus den Fetttröpfchen des Chylus entstanden.

Farbestoff der Blutbläschen. Der Sitz der rothen Farbe des Blutes ist, wie schon die ältern Physiologen wussten, in den Blutkörperchen, doch in welchem Theile derselben, ist noch unentschieden; ob er die Schale tränkt, den Kern durchdringt oder aufgelöst im Zelleninhalte enthalten ist? Das Letztere wird durch die Erscheinungen bei Behandlung der Blutbläschen mit Wasser wahrscheinlich. Hier dringt nämlich das Wasser mittels der Enosmose durch die Schale in die Höhle des Bläschens, dehnt dasselbe bis zum Platzen aus und mischt sich dabei mit dem farbigen Inhalte derselben, und zwar anfangs oft ungleichförmig, so dass die Blutkörperchen fleckig oder streifig erscheinen, endlich farblos. Hieraus geht auch hervor, dass der Farbestoff, obgleich flüssig und formlos, doch eine gewisse Consistenz habe, etwa wie zähe Gummilösung. Dass der Farbestoff etwas von der Schale Verschiedenes ist und derselben nur anhaftet, zeigt sich dadurch, dass die Schale nach dem Ausziehen des Pigments farblos zurückbleibt und nach Entfernung des Kernes einen hellen Fleck an der Stelle bekommt, wo der Kern gesessen hatte. Der Kern selbst ist aber isolirt stets farblos und glänzend weiss, auch behalten die kernlosen Bläschen ihre Farbe bei. Höchst wahrscheinlich befindet sich also der Farbestoff zwischen Schale und Kern, und zwar im gelösten Zustande, die Schale imprägnirend. — Im Allgemeinen ist die Röthung der Bläschen am stärksten bei den Säugethieren und dann bei Vögeln, schwächer bei Amphibien, am schwächsten bei den Fischen. Es entspricht die Farbe des Fleisches der Röthe der Blutkörperchen und mit der stärkern Röthe wächst die Dicke der Schale (nach *Schultz*). Ferner steht bei einem und demselben Thiere die Röthe des Blutkörperchens im umgekehrten Verhältnisse zu der Grösse des Kerns; daher die jüngern Körperchen blässer sind, als die älteren. Der Farbestoff ist, obschon er sich in Wasser sehr leicht löst und dasselbe zum Theil absorbirt, doch in Plasma nur sehr schwer löslich, was wahrscheinlich von des letztern Gehalt an Eiweiss und Kochsalz herrührt, denn weder Eiweiss, noch Kochsalz allein verhindern die Auflösung des Farbestoffs in Wasser. Doch ist der Farbestoff nicht absolut unlöslich im Plasma, sondern nur um so weniger löslich, je reicher letzteres an Salzen und je ärmer es an Wasser ist. *Schultz* schreibt die Unlöslichkeit des Farbestoffes der unverletzten Bläschen in Salzwasser der durch den Reiz des Salzes hervorgebrachten starken Contraction der Schale zu, denn extrahirter Farbestoff ist in Salzwasser löslich und dieses zieht ihn auch aus abgestorbenen Bläschen; auch vermehrt sich bei verminderter Contractilität der Bläschen die Auflöslichkeit des Farbestoffs aus den unverletzten Bläschen durch das Plasma, wie im Pfortaderblute. Nicht bei allen Thieren scheint der Farbestoff in den Bläschen zu sitzen; so ist z. B. beim Regenwurm (dem *Creplin*, *Hünefeld* und *Theile* alle Blutkörperchen absprechen), bei der Auster, dem Blutegel und Flusskrebs das Plasma gleichmässig roth gefärbt. Auch bei den Mollusken, die anders gefärbtes Blut haben, scheint der Farbestoff gleichmässig im Plasma aufgelöst. — Der Farbestoff vermehrt theils die specifische Schwere der Blutkörperchen, theils befördert er die Neigung derselben zur gegenseitigen Aneinanderlegung, so dass die dunkleren im Plasma rascher zu Boden sinken und schneller und zahlreicher an einander kleben, als die blassen.

Zelleninhalt der Blutbläschen. Zwischen Schale und Kern befindet sich nach Einigen ausser Blutroth noch Eiweiss (*Le Canu, Hünefeld*), nach Andern Plasma (*Wagner, Mandl*), oder reines Wasser (*Maitland, Nasse*), nach *Schultz* und *Berres* aber Luft. Gegen Plasma spricht die Analyse der Blutkörperchen, welche kein Kochsalz, einen Hauptbestandtheil des Plasma, nachweist; gegen Luft aber der Umstand, dass die Bläschen beim Schütteln mit verschiedenen, specifisch schwerern oder leichtern Luftarten weder zusammenfallen, noch sich ausdehnen. Es dürfte demnach das Blutkörperchen nur mit reinem Wasser getränkt sein. — Ohne Zweifel enthalten die Blutbläschen auch noch mehr oder weniger absorbirte Luft in gebundenem Zustande, und zwar ist aus dem Arterienblute Sauerstoff mit wenig Kohlensäure, aus dem venösen Blute nur Kohlensäure durch *Schultz* entwickelt worden.

Verhalten der Blutkörperchen gegen verschiedene Reagentien. Die Blutkörperchen sind sehr veränderbar, und zwar schon in der atmosphärischen

Luft (vorzüglich die der jüngern Thiere), besonders im Sommer bei anhaltender Hitze. Sie werden höckerig und eckig, zuletzt ganz kugelig und kerben sich ein; die menschlichen Blutkörperchen halten sich in der Luft länger, als die der Thiere und verändern ihre Gestalt nicht bevor die Fäulniss eintritt, höchstens kerben sie sich mit der Zeit ein. *Nasse* vermuthet, dass der Gehalt an gerinnbarem Fette in den Körperchen und der an Salzen im Serum diese Verschiedenheit in der Veränderung bedingt. — Im Wasser dehnen sich die Blutbläschen zu einer glatten Kugel aus, werden blass, farblos und durchsichtig, so dass der Kern deutlicher hervortritt, endlich platzen sie, der Inhalt fliesst aus und die Schale fällt um den Kern zusammen. — Stoffe, welche den Bläschen Wasser entziehen, wie concentrirte Salzlösungen, bewirken, dass die durch Wasser aufgequollenen Bläschen wieder platt, die normalen aber kleiner werden, sich biegen, kräuseln und einschrumpfen. Dasselbe machen concentrirte Schwefel- und Salpetersäure (wodurch sie in Wasser unauflöslich werden), Alaun, Weingeist, Chlor, indem sie den Inhalt der Bläschen zum Gerinnen bringen. — Einige Stoffe lösen die Blutbläschen ganz und gar auf, ohne dass die Hüllen zerreissen, wie concentrirte Laugen, Essigsäure (die nach *Schultz* und *Henle* den Kern nicht angreift), Phosphorsäure, concentrirte Blausäure und vorzüglich die Galle (nach *Hünefeld*). — Durch Schütteln mit Kohlensäure (und andern erstickenden Gasarten) werden die Blutkörperchen dunkler (bisweilen nur stellenweise) und etwas aufgeschwollen, weniger platt, durch Sauerstoff dagegen durchsichtiger und gleichförmig heller. Merkwürdig ist, dass dieselben Substanzen (Salz und Sauerstoff) dem Blute eine hellrothe Farbe ertheilen, welche die Lösung des Farbestoffs im Serum verhindern und die platte Form der Blutbläschen erhalten oder wieder herstellen, während Stoffe, welche die Bläschen aufquellen machen und den Farbestoff lösen, das Blut dunkel machen (wie Wasser, Kohlensäure). Es scheint also, als ob die Farbe des Blutes von der Farbe der Blutkörperchen abhinge und um so heller sei, je platter die Körperchen. *Henle* hält für die gewöhnlichen Ursachen der Farbenveränderung eine Veränderung in dem Aggregatzustande der färbenden Materie, seltener eine chemische Umwandlung. — Nach *Donné* sollen die Blutkörperchen bald nach dem Tode aufgelöst werden, so dass man dadurch den wahren Tod vom Scheintode unterscheiden könnte, allein *Magendie* widerspricht dem. *Schultz* fand sie im abgestorbenen Blute und im Blute der Leichen völlig erschlafft und zusammengefallen, während sie im Leben in Folge ihrer organischen Contractilität sich mehr oder weniger strotzend zeigen.

c. **Farblose Blutkörperchen, Lymphkörperchen des Blutes.** Sie wurden von *Hewson* und *Müller* zuerst im Froschblute entdeckt, übertreffen die farbigen Blutkörperchen fast um das Doppelte an Grösse (haben 0,005—0,007''' Dm.), und ihre Menge ist viel geringer als die der farbigen Körperchen (wie 1 : 5). Sie unterscheiden sich von den Lymph- und Chyluskügelchen, sowohl im Baue als chemischen Verhalten gar nicht, haben in der Regel eine runde, zuweilen auch längliche oder linsenförmige Gestalt, sind farblos, glänzend und brechen das Licht stark, haben ein feinkörniges Ansehen, lösen sich nicht im Wasser, aber wohl in Ammoniak auf und zerfallen durch Essigsäure in Hülle und Kern. Wegen ihres Fettgehaltes und Mangels an Farbestoff sind sie leichter als die Blutbläschen und schwimmen deshalb über diesen im herausgelassenen Blute; vermöge ihrer grossen Klebrigkeit hängen sie sich leichter an einander. Man findet sie in grösserer Menge im Blute gut genährter Thiere, während sie nach längerem Hungern seltener werden. In den Capillargefässen des lebenden Thieres bewegen sich diese Lymphkörperchen langsamer als die Blutkörperchen meist an den Wänden des Gefässes hin (s. bei Blutlauf durch die Haargefässe). — Ueber die Bedeutung dieser farblosen Bläschen ist man noch nicht einig, die Meisten halten sie, und wohl mit Recht, geradezu für Chylus- und Lymphkügelchen, die aus den Lymph- in die Blutgefässe übergegangen und nun in der Umwandlung zu farbigen Blutkörperchen begriffen sind. Vielleicht werden nun aus ihnen farbige Blutkörperchen mit Kernen und diese reifen dann zu kernlosen Körperchen (s. bei Entstehung der Blutbläschen). Einige halten diese Lymphkörperchen für geronnene Faserstoffkügelchen, Andere für in der Auflösung befindliche farbige Blutkörperchen, und mehrere für Producte des Serum.

Gerinnung oder Erstarrung des Blutes.

Wird das Blut aus der Ader gelassen, so bedeckt es sich zunächst mit einem hellrothen Schaume und stösst den in der Kälte sichtbaren Blutdunst, *halitus s. aura sanguinis* (mit Wasserdunst verbundenen Riechstoff; s. vorher S. 449) aus; es überzieht sich mit einem Häutchen, wird dicklich, festweich, zitternd wie Sulze, die, indem sie sich nach und nach zusammenzieht, an der ganzen Oberfläche allmälig

eine helle Flüssigkeit auspresst und sich dann zu einer festen Masse verdichtet, welche sich nicht wieder in flüssige Form bringen lässt. Das Blut scheidet sich also von selbst in einen flüssigen und in einen festen Theil, d. h. es gerinnt; der flüssige Theil ist das Blutwasser, *serum*, der feste wird Blutkuchen, *crassamentum*, *coagulum*, *placenta sanguinis*, *cruor*, genannt. Diese Gerinnung, *coagulatio*, welche auch im lebenden Körper, wenn das Blut sein Gefäss verlassen hat, ferner selbst im luftleeren Raume, bei der Bewegung und in der Kälte und Wärme zu Stande kommt, aber durch Alkalien, Salze und Säuren (in grösserer Menge) verhindert wird, wird nur durch das Plasma bewirkt und die Blutkörperchen haben keinen Antheil daran, sie bleiben nur in dem geronnenen Plasma (Blutkuchen), das davon seine rothe Farbe erhält, schweben. Am schnellsten coagulirt das Blut der Vögel, langsamer das der Säugethiere und am langsamsten das der Amphibien und Fische.

Die Zeit, in welcher die Gerinnung beginnt, wird sehr verschieden angegeben (3—10 Minuten beim gesunden Blute, im kranken selbst erst nach 4 Stunden), auch kann sie durch verschiedene Verhältnisse beschleunigt oder verlangsamt werden, und hängt wahrscheinlich in etwas von der Constitution, dem Temperament, der Nahrung u. s. w. ab. *Nasse* nimmt zur genauern Zeitbestimmung der Coagulation folgende 5 verschiedene Momente oder Grade derselben an: 1) Häutchenbildung auf der Oberfläche, vom Rande strahlenförmig nach der Mitte hin; 2) Bildung einer Haut, welche an den Wandungen des Gefässes anliegt und das flüssige Blut wie ein Schlauch einschliesst, und die man bei vorsichtiger Bewegung von der Gefässwandung mit einer Nadel abziehen kann; 3) Gallertartige Umwandlung des Blutes; 4) Gerinnung zu einem festen Kuchen, den man, ohne ihn zu zerreissen, im Gefässe umher bewegen kann; zugleich Anfang der Ausschwitzung des Serums; 5) Vollendung der Trennung des Serum, zu welcher 10—48 Stunden Zeit gehören. Die ersten 4 Momente treten in folgenden Zeiträumen ein:

	am frühesten	am spätesten	bei Männern	bei Frauen im Mittel.
1) Häutchenbildung	1¾ Min.	5 (höchstens 6) Min.	3 Min. 45 Sec.	2 Min. 50 Sec.
2) Randhautbildung	2 „	6 („ 7) „	5 „ 52 „	5 „ 12 „
3) Gallertartige Umwandlung	4 „	10 („ 12) „	9 „ 5 „	7 „ 40 „
4) Kuchenbildung	7 „	13 („ 16) „	11 „ 45 „	9 „ 5 „

Es fängt hiernach das weibliche Blut fast 2 Minuten früher an zu gerinnen und bildet wenigstens 2½ Minuten eher einen festen Kuchen. — In der Regel zieht sich der rasch gebildete Blutkuchen weniger kräftig zusammen, als der langsam festgewordene, und ein grosser Wassergehalt des Blutes hindert die Contractionskraft des Kuchens. — Nach *Scudamore* hängt die Verschiedenheit in der Gerinnungszeit vom specifischen Gewichte oder Wassergehalte des Blutes ab; je leichter und wasserreicher dasselbe ist, desto schneller gerinnt es. Allein es gerinnt auch schweres Blut oft schneller, als leichtes. Einige wollen die Gerinnungszeit auf den Faserstoffgehalt des Blutes zurückführen und behaupten, je weniger Faserstoff das Blut enthalte, desto schneller gerinne es; allein auch dieser Ansicht stehen viele Thatsachen entgegen. Beschleunigt wird die Gerinnung durch Wärme, atmosphärische Luft, Sauerstoff und Ruhe; doch sind alle diese Einflüsse nicht die Ursache der Gerinnung, wie man früher glaubte.

Process und Wesen der Gerinnung. Der innere Vorgang der Gerinnung besteht nicht etwa in einer Trennung des Blutes in seine Bestandtheile, oder blossen Vereinigung der Blutkörperchen, sondern lediglich in der Festwerdung des im Plasma aufgelösten Faserstoffs, von dem man früher

fälschlich glaubte, dass er nur in den Blutkörperchen enthalten sei und bei der Gerinnung durch Aneinanderlagerung der aus den geplatzten Bläschen herausgetretenen Kerne den Blutkuchen bilde. Anfangs schliesst der festgewordene Faserstoff die Blutkörperchen (die sich hierbei zu Rollen oder Säulchen und Häufchen gruppiren und in Folge der Verdunstung kreisförmige Bewegungen machen) und das Blutwasser wie in einem Netze ein, je mehr er sich nun aber zusammenzieht, um so mehr drückt er das Serum aus seinen Maschen aus, so dass zuletzt nur er und die Blutkügelchen als Blutkuchen zurückbleiben. Wird das Blut während des Erstarrens umgerührt, so geschieht die Verdichtung des Plasma und die Ausscheidung des Serum schneller, wobei sich dann der grösste Theil der Blutkörperchen mit dem Serum vermengt und dieses Gemenge heisst geschlagenes Blut. *Nasse* fand, dass Plasma ohne Blutkörperchen etwas später gerinne, als das mit den Körperchen versehene. — Senken sich die Blutbläschen zu Boden, ehe die Gerinnung des Faserstoffs erfolgt, so bildet die über den Bläschen befindliche mehr oder minder starke Schicht des Plasma, indem sie gerinnt, eine schwach gelbliche, blos aus Faserstoff (ohne Blutkörperchen) bestehende Haut, die sogenannte Speckhaut, Entzündungs- oder Faserhaut, *crusta inflammatoria s. pleuritica*, welche vorzüglich im Blute von Schwangeren und solchen, die an Entzündung leiden, vorkommt und von einer stärkern Neigung der Blutkörperchen an einander zu kleben, sowie von einer Vermehrung ihres Gewichts und Farbestoffs und vielleicht von Verdünnung des Plasma abzuhängen scheint. — Das Wesen der Gerinnung ist noch in tiefes Dunkel gehüllt; Einige halten sie für ein vitales, von dem Lebensprocesse des Blutes abhängiges Phänomen, Andere für einen rein chemischen Vorgang.

Biodynamische Theorie der Gerinnung. Nach Einigen erfolgt die Gerinnung als eine Lebenserscheinung auf einen äussern Reiz, nach Andern ist sie der Todesact des Blutes und steht der Todtenstarre der Muskeln gleich. *Hewson* und *Hunter*, welche jeden Bildungsprocess für einen Bluterstarrungsprocess ansehen, halten die Gerinnung für einen Lebensact des Blutes, ähnlich dem Bildungsacte bei Heilung der Wunden. — *Thackrah* schliesst aus seinen Versuchen, dass die Gerinnung nur bei dem Aufhören des Einflusses der Lebenskraft erfolge. — *Schultz* erklärt die Gerinnung auch für einen Bildungsprocess, aber während des Absterbens; sie ist der Todesprocess des Blutes, wobei seine innern Lebensbewegungen im Act ihrer Thätigkeit zu einer indifferenten organischen Bildung, dem Blutkuchen, erstarren, ohne alle chemischen Veränderungen. Daraus erklärt sich denn auch, dass das lebenskräftige Blut später, das weniger lebenskräftige schneller erstarrt, dass todtes Blut gar nicht coaguliren kann und Blut mit mehr Lebensfähigkeit einen contractilern Blutkuchen bildet.

Die **Producte der Gerinnung** des Blutes, nämlich der Blutkuchen und das Blutwasser oder Serum, verhalten sich in ihrem quantitativen Verhältnisse zu einander höchst verschieden und es lässt sich hierüber fast nicht mehr sagen, als dass das Serum den Blutkuchen fast jedesmal an Gewichtstheilen, aber nicht immer an Raumtheilen übertrifft, denn oft bleibt das Serum zwischen den Maschen des Blutkuchens verborgen, was der Fall ist, wenn derselbe wenig Contractionskraft besitzt und schneller entstanden ist, während bei stärkerer Contraction des Blutkuchens mehr Serum, aber langsamer ausgepresst wird. Die Ausscheidung des Serum aus dem Blutkuchen ist um so geringer, je mehr Bläschen darin enthalten sind. Das Blut der Neugebornen gibt wegen mangelhafter Zusammenziehung des Kuchens wenig Serum, das der jungen Kinder viel, das alter Leute weniger als das Erwachsener, das der Weiber (mit Ausnahme der Schwangern) mehr als das der Männer; bei robuster Constitution überwiegt der Kuchen, im heissen Klima das Serum; Hunger vermehrt das Serum.

Blutkuchen, *crassamentum, spissamentum, placenta, coagulum sanguinis, cruor*, bestehend aus dem geronnenen, früher im Plasma gelösten Faserstoffe und aus den, zwischen letzterem eingeschlossenen Blutkörperchen, hat die Consistenz einer festen Gallerte, ist an seiner obern Fläche röther (wegen der Einwirkung des Sauerstoffs der umgebenden Luft), als im Innern und unten (wo mehr Blutkörperchen befindlich sind), an den Kanten durchscheinend gelblich; er ist specifisch schwerer als das Serum und das ungeschiedene Blut. Je nach der Menge Serum, welche er verschliesst, und nach seiner Fähigkeit, sich zu contrahiren, ist er grösser und weicher. Ein grosser lockerer Kuchen ist die Folge einer unvollständigen, oder sehr raschen Gerinnung und deutet, falls keine äussern Hindernisse (wie z. B. ein sehr flaches Gefäss)

vorhanden sind, entweder auf schlechte Ernährung, oder auf mangelhaftes Athmen, oder auf geschwächten Herzschlag, oder auf gesunkene Nervenkraft.

Blutwasser, *serum*, ist eine klare, grünlich-gelbliche, fad-salzig schmeckende, etwas klebrige und bei höhern Thieren schwach oder deutlich alkalisch reagirende Flüssigkeit, welche schwerer als Wasser und leichter als ungeschiedenes Blut (1027—1028 im Mittel) ist und hinsichtlich ihres specifischen Gewichts sich nach dem des ganzen Blutes zu richten scheint. Im Serum finden sich noch in grösserer oder geringerer Anzahl suspendirt: fein zertheilte Fettpartikelchen, Lymphkörperchen, Faserstoffschollen und auch Blutkörperchen. Der Gehalt an Fettmolekülen ist manchmal sehr bedeutend und scheint von einer abnorm beschleunigten oder unvollständigen Blutbereitung abzuhängen. Der Genuss von Branntwein und Entziehung der Nahrung vermehrt den Fettgehalt des Serum. — Die wesentlichen Bestandtheile des Serum sind, ausser Wasser, Salze und Eiweiss und deshalb ist auch sein Verhalten gegen Reagentien im Ganzen das des Eiweisses, modificirt durch die Salze, besonders das Chlornatrium.

Chemische Zusammensetzung des Blutes.

Die chemischen Bestandtheile des Blutes sind, wenn man von dem Riechstoffe, den gebundenen Gasarten (Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure) und vielleicht einigen Ausscheidungsstoffen (Harnstoff und Speichelstoff) absieht, 20—29 zusammengesetzte Stoffe, deren Elementarstoffe sich auf 14 belaufen, nämlich: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff; Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium; Chlor, Phosphor und Schwefel; Eisen und Spuren von Mangan; Silicium. Aus den ersten 4 Stoffen zugleich mit Phosphor, Schwefel, Kalk und Eisen sind die organischen Stoffe zusammengesetzt; die andern dienen in der Form von Salzen als Lösungsmittel jener. Die zusammengesetzten Stoffe sind:

I. **Wasser.** Es ist an Masse der Hauptbestandtheil und nach Einigen in den Blutbläschen als reines vorhanden, beträgt etwa $^{75}/_{100}$ des Blutes und verhält sich zu den festen Theilen desselben wie 0,75 : 0,25. Das Blut der Kinder und Frauen enthält etwas mehr (um 3,0—4,0 nach *Nasse*) Wasser, ebenso das bei lymphatischem Temperamente. Ueberall, wo die Aufnahme nährender Stoffe in den Körper mangelhaft von Statten geht, enthält das Blut mehr Wasser und weniger feste Bestandtheile; colliquative Ausleerungen (wenn sie nicht zu rasch und wässerig sind) und Unterdrückung der Nierenthätigkeit vermehren ebenfalls den Wassergehalt. Nur wo der Blutlauf verlangsamt ist, nimmt das Wasser im Blute ab. Da, wo das Wasser an Menge zunimmt, vermindert sich meist gleichzeitig die der Blutkörperchen und des Eiweisses.

II. **Unorganische Stoffe, Salze:** Sie sind theils alkalinische, theils erdige und finden sich aufgelöst vor.

1) **Alkalinische Salze** (4—7 Arten). Sie haben Natron und Kali, vielleicht auch Ammoniak zur Basis; das Natron waltet bei dem Menschen, das Kali bei den Pflanzenfressern vor; vom Ammoniak ist noch zweifelhaft, ob es sich nicht erst durch Zersetzung (in den Absonderungsorganen) bildet.

a) Chloride: Chlornatrium (s. S. 123) gewiss; Chlorkalium und Chlorammonium? — *b)* Carbonate: ob als kohlensaures, doppelkohlensaures oder kaustisches Alkali, ist noch ungewiss, doch sicher vorhanden. — *c)* Phosphate als solche (nach *Berzelius* und *Denis*) schon im Blute vorhanden und nicht erst bei der Calcination gebildet: phosphorsaures Natron gewiss; phosphorsaures Kali und Ammonium? — *d)* Sulphate (nach *Hünefeld* als solche schon im Blute): schwefelsaures Natron und Kali? — *e)* Galactate, von *Denis* ganz geleugnet: milchsaures Natron (das hauptsächlichste Salz des Blutes nach *Hünefeld*); milchsaures Kali und Ammonium? — Die Menge dieser einzelnen Salze bei gesunden Menschen schwankt nicht unbedeutend; *Nasse* erhielt im Ganzen 6,0—7,0 alkalinische Salze.

2) **Erdige Salze.** Sie haben Kalk und Magnesia zur Basis und sind meist mit dem Eiweiss, zum Theil auch mit dem Blutroth verbunden. Ob sie in Verbindung mit den Säuren im frischen Blute vorkommen oder sich erst bei der Calcination mit den Säuren verbinden, ist schwer zu entscheiden.

Nach *Nasse* entstehen die Säuren wahrscheinlich aus der Oxydation des Schwefels und Phosphors, welche in den Proteinverbindungen enthalten sind; er erhielt im Ganzen 0,539 erdige Salze.

a) Phosphate: phosphorsaurer Kalk findet sich gewiss; phosphorsaure Magnesia? — *b)* Carbonate: kohlensaurer Kalk und Talk sind unbestritten vorhanden. — *c)* Sulphate: schwefelsaurer Kalk wurde von *Nasse* stets in der Asche gefunden.

III. **Organische Stoffe**; sie finden sich entweder als aufgeschwemmte (wie das Blutroth) oder als aufgelöste im Blute, und sind Proteinverbindungen, Farbestoffe, Fette und Extractivstoffe.

1) **Proteinverbindungen:**

a) Eiweiss, *albumen* (s. S. 130), kommt etwa zu 81,0 in 1000 Theilen Serum und zu 68,6 im Blute vor, und findet sich hauptsächlich im Blutwasser vollständig aufgelöst, und zu einem geringen Theile noch im Blutkuchen. Nach der gewöhnlichen Ansicht verdankt es im Blute seine Lösbarkeit der Verbindung mit dem Natron und zwar nach Einigen dem kohlensauren, nach den Meisten dem kaustischen; doch ist es auch in blossem Wasser etwas löslich. Das Blut der Männer und Erwachsenen soll verhältnissmässig weniger Albumin enthalten, als das der Weiber und Kinder. Beim lymphatischen Temperamente findet sich nach *Le Canu* mehr, als beim sanguinischen; in der Schwangerschaft, Wassersucht und Harnruhr nimmt der Eiweissgehalt ab; in der Entzündung, acuten Fiebern, Gelbsucht und Cholera zu. Ueberall, wo das Blut sehr wässerig, ist auch das Serum arm an Eiweiss.

b) Käsestoff, *Casein* (s. S. 132), ist nur in geringer Menge von *Gmelin* im Blute entdeckt worden und soll nach *Simon* mit Hämatin die Blutkörperchen bilden, weshalb er es Blutcasein oder Globulin nannte.

c) Globulin oder Blutcasein nach *Simon* (s. S. 133) trägt mit dem Hämatin zur Bildung der Blutkörperchen (Schale) bei und wird von *Henle* für Albumin, welches noch mit den Hüllen und Kernen der Blutkörperchen verunreinigt ist, angesehen.

d) Faserstoff (s. S. 130) findet sich vollständig aufgelöst im Plasma des circulirenden Blutes, gerinnt aber sogleich ausserhalb der Adern und bildet den Blutkuchen; doch bleiben auch noch einige Faserstoffschollen im Serum zurück. Je jünger der Mensch ist, um so mürber, zarter, leichter, durchsichtiger, zersetzbarer und an der Luft weniger sich röthend ist er. Dieselben Eigenschaften des Faserstoffs fand *Nasse* bei grossen Blutentziehungen, wo auch seine Menge zunahm. *Magendie* hat gefunden, dass durch Wiedereinspritzen geschlagenen Blutes in die Adern eines Thieres sich hier nur ein weicher schwammiger Faserstoff bildet, den er Pseudofibrine nennt. — Die Menge des Faserstoffs im Blute des Menschen (in 1000 Theilen) beträgt im Mittel 2,55; den Männern und Erwachsenen wird mehr Fibrin zugeschrieben, als den Frauen und Kindern; er nimmt zu durch Hungern und Aderlässe, vorzüglich aber bei Entzündung und Schwangerschaft. Nach Einigen findet sich der Faserstoff als solcher präformirt, nach Andern entsteht er erst bei der Gerinnung.

2) **Farbestoffe:**

a) Hämatin, Blutfarbestoff (s. S. 133), wurde von *Gmelin* entdeckt und von *Le Canu* (Hämatosine genannt) zuerst als besonderer Stoff aufgeführt, in dem das Eisen (welches sich aus der Asche durch den Magnet oder aus der wässerigen Auflösung mittels Chlorgas darstellen lässt) einen wesentlichen Bestandtheil bildet. Es stellt mit dem Globulin vereinigt das Blutroth *Berzelius's* oder Hämato-Globulin *Simon's* dar und findet sich in den Blutbläschen (s. vorher S. 460) in einem in Wasser löslichen Zustande. Wodurch das letztere geschieht, ist unbekannt, vielleicht durch die Vereinigung mit Globulin. Durch Hungern und in Krankheiten nimmt die Menge des Hämatin ab. Anstatt des Hämatin wurde als Grund der rothen Farbe angenommen: von *Denis* die *Cruorine s. Hämatochroine*, von *Deyeux* die *Tomeline*, von *Bizio* das *Erythrogen*, von *O'Shaugnessy* das *Subrubrin*, von *Heller* die *Rhodizon*säure. Alle diese Stoffe erklärt *Bouchardat* für theils unreine, theils bereits alterirte, im Blute als solche gar nicht vorhandene Stoffe. — Hinsichtlich der Bedeutung und Art des Zustandes des Eisens im Blutrothe gibt es folgende Ansichten: Einige nehmen es als Constituens der Blutfarbe an und zwar entweder in regulinischem Zustande (*Berzelius* und *Canu*) oder als Oxyd; Andere sehen die Blutfarbe als etwas vom Eisengehalte nicht nothwendig Abhängiges an. Nach *Gmelin* gehört es dem Blute eigenthümlich an; nach *Deyeux* und *Parmentier* ist das Blutroth eine Auflösung von Eisenoxyd in überschüssigem kohlensauren Natron; nach *Fourcroy* und *Vauquelin* eine Verbindung von Eiweissstoff mit basisch phosphorsaurem Eisenoxyd; nach *Prévost* und *Dumas* eine Auflösung von Eisenoxyd in Eiweiss; *Hünefeld* ist der Ansicht, dass das Blutroth eine Zusammensetzung von Pigment-Eisenoxyd und von Pigment-Eisenoxyd-Phosphat sei. Nach *Hermbstädt* wird die Blutfarbe durch Cyaneisenkalium gebildet. *Treviranus* nimmt eine Blutsäure dafür an, *Bizio* das Erythrogen-Azot. — Im Durchschnitt enthält das Hämatin 10,151% Eisenoxyd.

b) Blutbraun, *Hämatophaëin*, wurde von *Simon* im Blute aufgefunden und mit dem gelben Farbestoffe von *Sanson* identisch gehalten. Vermuthlich ist nach *Nasse* beides eine Auflösung des Hämatins durch Alkali.

c) Gelber Farbestoff (Gallenpigment); es ertheilt dem Serum seine grüngelbliche Farbe und wurde von *Denis* daraus isolirt dargestellt, er schätzt seine Menge in 1000 Theilen Serum auf 3,0.

3) **Fette** (s. S. 135). Im Blute, von dem jeder Bestandtheil mit Fett verbunden ist, kommen 3 verschiedene Arten desselben vor, und zwar im verseiften Zustande, nämlich:

a) Feste, krystallinische, nur in heissem Alkohol lösliche Cholestearine, Cerebrine und Seroline *(Boudet)*. Sie sind mittels des Eiweisses im Serum aufgeschlämmt. — *b)* Oelige, saure, verseifte: Oleinsäure, Margarinsäure und eine flüssige Säure. Sie sind im Serum aufgelöst. — *c)* Phosphor- und stickstoffhaltige *(Berzelius)*, gefärbte; sie sind in den Blutkörperchen eingeschlossen.

4) **Extractivstoffe** (s. S. 139); sie sind grösstentheils ein Product aus dem Eiweiss und Faserstoff, durch Kochen entstanden; sie wurden früher unter dem Namen *Osmazom* zusammengefasst.

IV. **Gasarten im Blute.** Sowohl aus dem arteriellen, wie venösen Blute hat man (durch die Luftpumpe, Schütteln mit andern Gasarten, Wärme und Zusatz von Säuren oder Salzen) 3 Luftarten erhalten und zwar als Hauptbestandtheil das Kohlensäuregas, weniger Sauerstoffgas und am wenigsten Stickgas. Im arteriellen Blute fand man im Verhältniss zur Kohlensäure mehr Sauerstoff als im venösen; aus dem Venenblute erhielt *Davy* mehr Kohlensäure, als aus dem arteriellen. Da die Ansichten über die Existenz dieser oder jener der genannten Gasarten und über den Zustand, in welchem sie sich im Blute befinden, sehr widersprechend sind, so sind noch weitere Untersuchungen darüber zu erwarten.

Folgende Tabelle gibt eine ungefähre Uebersicht der Bestandtheile des Blutes (im Mittel) nach ihren quantitativen Verhältnissen.

Blutkuchen:

Faserstoff (mit 4 p. C. Fett)	350
Blutroth (mit mehrern Salzen u. Eisen)	580
Kohlensaures Natron	13
Wasserextracte mit andern Salzen	40
Kohlensäure und Verlust	17
	1000

Blutserum:

Wasser	905,9
Eiweiss	80,0
Alkoholextract u. milchsaures Natron	4,0
Chlornatrium	6,0
Kohlensaures u. phosphorsaures Natron und Eiweiss	4,1
	1000,0

Blut überhaupt:

Wasser	789,320
Eiweiss	67,500
Lösliche Salze und Extracte	10,689
Blutkörnchen	132,491
	1000,000

Einzelne Bestandtheile des Blutes:

Wasser	782,867
Faserstoff	2,832
Blutroth	126,345
Eiweiss	67,252
Krystallinisches Fett	3,365
Oeliges Fett	1,760
Alkohol- und Wasserextract	1,855
Eiweissnatron	1,637
Chlorkalium, Chlornatrium, phosphorsaures, kohlens. und schwefelsaures Alkali	7,837
Kohlensaure und phosphors. Kalk- und Talkerde; Eisenoxyd und phosphors. Eisen	1,757
Verlust	2,493
	1000,000

Verschiedene Blutarten.

Das Blut kann im Leben verschiedene Modificationen erleiden, theils durch fremdartige Stoffe, die sich ihm durch Resorption beimengen oder durch unterdrückte Secretionen darin zurückgehalten werden, theils durch das verschiedene Verhalten seiner organischen Bestandtheile, des Plasma und der Blutbläschen. Letztere können entweder in ihrer Menge zum Plasma, die vermehrt (bei erhöhter Bildung und verminderter Auflösung derselben) oder vermindert sein kann (bei gestörtem Bildungs- und erhöhtem Auflösungsprocesse der Bläschen), oder in ihrer verschiedenen Quantität von Farbestoff, welche vom besser oder schlechter von statten gehenden Respirationsacte abhängig scheint, Verschiedenheiten zeigen. Das Plasma ändert sich dagegen vorzüglich durch den Grad seiner Bildungsfähigkeit, welche mit der bei der Gerinnung sich bildenden Menge von Faserstoff im Verhältniss steht. Alle diese Verhältnisse zusammengenommen enthalten das Wesen und die Ursachen der specifischen Veränderungen des Blutes, welche

im Arterien-, Venen-, Menstrual-, Pfortader- und Embryonalblute hervortreten.

I. Arterien- und Venenblut. Der Unterschied zwischen diesen beiden Blutarten ist ein relativer, der erst mit einer höhern Ausbildung der Respirationsorgane, beim Menschen erst nach der Geburt deutlich und zwar in verschiedenem Grade hervortritt. Das arterielle Blut ist wahrscheinlich im ganzen (gesunden) Körper überall dasselbe, dagegen scheint das venöse ein nach jedem Körpertheile in etwas verschiedenes zu sein.

a. Der Hauptunterschied zwischen Arterien- und Venenblute hängt von der Farbe ab, welche bei ersterem ein helleres (Scharlach-) Roth, bei letzterem dunkler (ähnlich dem Safte schwarzer Kirschen) ist. Dieser Unterschied, welcher sich auch noch nach Verdünnung beider Blutarten mit Wasser oder bei Röthung derselben durch Neutralsalze zeigt, tritt bald mehr, bald weniger hervor; stärker bei Männern als Frauen, mehr bei Erwachsenen als bei Kindern, mehr im Winter als im Sommer. Da die dunklere Färbung immer mit einer Vermehrung des Farbestoffes in den Bläschen zusammenhängt, und, wie es scheint, auch mit einer Gestaltveränderung verbunden ist, denn je platter die Körperchen, um so heller sind sie, so müssen im Venenblute entweder mehr oder mit einer grössern Menge von Farbestoff geschwängerte, und weniger platte, mehr bauchige Blutkörperchen vorhanden sein. Dies ist nun auch der Fall und zwar verschieden nach dem Grade der Venosität der einzelnen Körperchen.

Die Stoffe, welche bei der Farbenveränderung des Blutes Einfluss ausüben, sind Sauerstoff, Kohlensäure und die Neutralsalze des Serum; der erstere und die letzteren rufen das hellere Roth des Arterienblutes hervor, die Kohlensäure macht das Blut dunkel, venös. Doch färbt letztere das Blut lange nicht so schnell dunkel, als der Sauerstoff es röthet; es muss dieser also eine grössere Verwandtschaft zu den Blutkörperchen haben als jene. Die Resultate, welche *Nasse* aus seinen Versuchen erhielt, die er zur Beantwortung der Fragen anstellte: „ob der Einfluss des Sauerstoffs an sich oder nur durch Verdrängung der Kohlensäure das dunkle Blut hell mache, ob ferner der Sauerstoff für sich allein oder mit den Salzen röthe"; sind folgende: 1) der Sauerstoff vermag das Blut auch ohne Anwesenheit der Salze zu röthen. — 2) Durch Entfernung der Kohlensäure aus dem Blute wird dasselbe ohne Zutritt von Sauerstoff und bei seiner normalen Menge von Salzen nicht geröthet. — 3) Die Salze röthen zwar, falls sie in grosser Menge dem Blute zugesetzt werden, dasselbe auch ohne Sauerstoff (ohne dabei aber Kohlensäure zu verdrängen), allein ertheilen demselben keineswegs die dem arteriellen Blute eigenthümliche Röthe. — 4) Bei Vermehrung der Salze (besonders des kohlensauren Alkali) wird die Röthung des Blutes durch Sauerstoff (wobei Kohlensäure entweicht, die sich wahrscheinlich erst durch die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Blutkörperchen aus deren Kohlenstoff bildet), beschleunigt und verstärkt. Es geschieht dies um so schneller, je mehr das Blut mit Wasser verdünnt ist. — 5) Unter diesen Verhältnissen röthen sie das Blut, sowohl wenn das Sauerstoffgas mit viel kohlensaurem vermischt ist, als auch wenn das Blut stark mit letzterm imprägnirt ist. — 6) Auch ohne Vermehrung des Salzgehaltes wird das mit Kohlensäure geschwängerte Blut nach und nach durch Sauerstoff geröthet, und zwar, ohne dass dabei viel Kohlensäure verdrängt wird. — 7) Die spontane Umwandlung des hellrothen Blutes in dunkles (durch Entwickelung von Kohlensäure) wird durch einen gewissen Zusatz von alkalischen, jedoch nicht kohlensauren Salzen beschleunigt. — 8) Es beschränkt dieser Zusatz sowohl die Aufnahme der Kohlensäure als des Sauerstoffs, indem letzterer in geringerer Menge als sonst in Kohlensäure von dem Blute umgewandelt wird. — 9) Zugleich vermindert er die Austreibung der Kohlensäure durch das Sauerstoffgas aus dem Blute. — 10) Die kohlensauren Alkalien und Aetzammoniak befördern die Aufnahme der Kohlensäure und hindern die spontane Farbenumwandlung des hellrothen Blutes.

b. Die Wärme des arteriellen Blutes ist gewöhnlich um 1° R. und darüber höher, als die des venösen Blutes. Nach *Breschet* ist das arterielle Blut in der Nähe des Herzens wärmer, als entfernter davon.

c. Das specifische Gewicht des Arterienblutes ist geringer, als das des Venenblutes, was entweder vom Wassergehalte und der Farbestoffmenge oder auch vom Luft- und Fettgehalte abhängig sein kann. Der Unterschied beträgt auf 1000 Theile 1 bis 3.

d. Der Faserstoffgehalt soll beim Arterienblute grösser als beim venösen sein, doch gibt es auch dem widersprechende Angaben. Der Faserstoff des venösen Blutes ist weicher, leichter auswaschbar, röthet sich stärker und schneller an der Luft, und lässt schwieriger das Wasser fahren. Nach *Denis* ist nur der arterielle Faserstoff im Nitrum löslich, nicht der venöse;

dieser Unterschied wird durch das Athmen bewirkt, da der venöse Faserstoff in Folge des Einflusses des Sauerstoffs ebenfalls seine Löslichkeit durch Nitrum verliert. — Die Gerinnung des Arterienblutes fängt früher an und ist früher vollendet, als die des venösen. Der Blutkuchen des erstern ist dabei fester, verhältnissmässig kleiner und treibt schneller das Serum aus.

e. Hinsichtlich der organischen Bestandtheile soll das Arterienblut mehr kleine und platte Blutkörperchen haben, doch wird dies (besonders die Grösse und Menge) auch geleugnet. Im Venenblute selbst fanden aber *Schultz* und *Nasse* eine grössere Verschiedenheit der Blutkörperchen unter sich als im arteriellen Blute. Stets enthält letzteres weniger Hämatin, auch wenn es reicher an Globulin ist.

f. Ueber den Unterschied der chemischen Bestandtheile des Arterien- und Venenblutes existiren noch keine übereinstimmenden Angaben. Eiweiss, Fett, Osmazom und Salze sind nach *Le Canu* in beiden Blutarten gleich; *Schultz* fand im arteriellen, *Simon* im venösen mehr Fett; aus dem Serum des Arterienblutes erhielt *Nasse* etwas weniges mehr Salz. Nach *Marcet* und *Macaire* ist das arterielle Blut reicher an Sauerstoff und etwas Wasserstoff, aber ärmer an Kohlenstoff, im Gehalt an Stickstoff sind aber beide gleich. *Nasse* fand das Arterienblut stets reicher an Wasser, etwa um 5,0 auf 1000.

Es wären hiernach die Unterschiede zwischen arteriellem und venösem Blute folgende:

Arterielles Blut.	Venöses Blut.
1) Die Farbe ist hellroth.	1) Die Farbe ist dunkelroth.
2) Es ist wärmer (um 1° R.).	2) Die Wärme ist geringer (29° R.).
3) Frisches oder frühgeronnenes Arterienblut zieht sich bei schneller Herabsetzung der Wärme des umgebenden Mediums stärker zusammen.	3) Es zieht sich in der Kälte weniger stark zusammen.
4) Ist specifisch leichter.	4) Ist specifisch schwerer.
5) Die Gerinnung desselben fängt früher an und ist früher vollendet.	5) Seine Coagulation beginnt später und ist auch später vollendet.
6) Der hellrothe Blutkuchen ist fester und	6) Der dunkelrothe Blutkuchen ist nicht so fest, und
7) verhältnissmässig kleiner.	7) verhältnissmässig grösser.
8) Das Serum (in beiden Blutarten fast gleich reagirend) wird vielleicht etwas wenig mehr durch einige das Eiweiss präcipitirende Mittel getrübt.	8) Das Serum wird vielleicht etwas weniger durch einige das Eiweiss präcipitirende Mittel getrübt.
9) Das specif. Gewicht des Serum (was auch bei beiden fast gleich ist) ist zuweilen etwas leichter.	9) Das specif. Gewicht des Serum ist zuweilen etwas schwerer.
10) Es enthält mehr gebundenen Sauerstoff (denn in keiner der beiden Blutarten ist freies Gas enthalten).	10) Es enthält etwas mehr gebundene Kohlensäure.
11) Es liefert in der Regel mehr Faserstoff.	11) Es liefert in der Regel weniger Faserstoff.
12) Der arterielle Faserstoff ist reicher an Fett und ärmer an Leim.	12) Der venöse Faserstoff ist ärmer an Fett und reicher an Leim, weicher, lässt sich leichter auswaschen, röthet sich schneller und stärker an der Luft und lässt schwieriger das Wasser fahren.
13) Es enthält mehr Wasser.	13) Es enthält weniger Wasser.
14) Es ist ärmer an Blutkörnchen, vielleicht aber reicher an Eiweiss.	14) Es ist reicher an Blutkörperchen, vielleicht aber ärmer an Eiweiss.
15) Es besitzt mehr Salze und mehr Fett, aber weniger Eisen.	15) Es besitzt weniger Salze und Fett, aber mehr Eisen.
16) Das arterielle Serum scheint reicher an festen Bestandtheilen zu sein und mehr Salze zu besitzen.	16) Das Serum scheint ärmer an festen Bestandtheilen und Salzen zu sein.
17) Es ist in seinen Bestandtheilen reicher an Sauerstoff und Wasserstoff, aber ärmer an Kohlenstoff. Stickstoff enthalten beide in fast gleicher Menge.	17) Es ist in seinen Bestandtheilen reicher an Kohlenstoff, aber ärmer an Sauerstoff und Wasserstoff.

II. **Pfortaderblut.** Die Pfortader (s. Bd. I. S. 418) besitzt ein dunkleres (in verschiedenem Grade), brauneres Blut, welches sich nach *Schultz* an der Luft und durch Salze nicht so röthet wie das anderer Venen (wahrscheinlich weil die Blutkörperchen nicht mehr die Fähigkeit, Sauerstoff anzuziehen, haben). Es ist von bitterlichem Geschmacke, wässeriger, das dunklere gerinnt fast

gar nicht, während das weniger dunkle sehr rasch einen weichen, unvollständigen Blutkuchen bildet, der später wieder zerfliesst; das Serum ist röthlich gefärbt und gerinnt langsamer und unvollständig in der Hitze; es enthält viel freies Alkali. Die Neigung der Blutkügelchen, sich zu senken, ist im Pfortaderblute sehr gross und dies hängt offenbar von dem dünnern etwas röthlichen Plasma und der grössern Menge Farbestoff (von welchem es $1\frac{1}{2}$ pr. C. mehr als Venen- und $2\frac{1}{2}$ pr. C. mehr als Arterienblut besitzt) ab, welcher den Hüllen der Körperchen anhängt und die grössere Schwere derselben bedingt. Die hervorstechendsten chemischen Eigenthümlichkeiten des Pfortaderblutes sind: wenig Faserstoff, viel flüssiges Fett (vielleicht Chylus), viel Hämatine und also wahrscheinlich auch viel Eisen, viel freies oder kohlensaures Alkali und viel Extractivstoff. Nach *Simon* ist das Lebervenenblut viel reicher an Eiweiss und dadurch an festen Bestandtheilen überhaupt, sowie an Extractivstoffen und Salzen, aber ärmer an Blutkörperchen, als das Pfortaderblut.

Die Unterschiede zwischen Pfortaderblut und Venenblut setzt *Schultz* auf folgende: 1) das Pfortaderblut ist mehr oder weniger schwärzer als Venenblut, wird durch Neutralsalze gar nicht und durch Sauerstoff nur wenig geröthet. — 2) Es gerinnt gar nicht, oder, wenn es gerinnt, doch nicht so fest wie Venenblut. Im letztern Falle zerfliesst das Gerinnsel nach 12—24 Stunden ganz oder theilweise wieder und bildet ebenso wie das gar nicht gerinnende Pfortaderblut einen schwarzen Bodensatz, über dem sich klares Serum ansammelt. — 3) Es enthält im Durchschnitte an Fibrine im feuchten Zustande 5,23 pr. C., im trocknen Zustande 0,74 weniger als Arterien- und Venenblut. — 4) Es enthält im Durchschnitt etwas weniger (0,18—0,3 pr. C.) an festen Theilen überhaupt, als Arterien- und Venenblut. — 5) Das Serum des Pfortaderblutes enthält im Durchschnitt 1,58 pr. C. weniger feste Bestandtheile. — 6) Das Pfortaderblut enthält verhältnissmässig mehr Cruor und weniger Eiweiss; beim Arterien- und Venenblute ist es umgekehrt. — 7) Es enthält in den festen Theilen beinahe doppelt so viel Fett, als Arterien- und Venenblut, und dieses Fett ist schwarzbraun, schmierig, während das Fett des Arterien- und Venenblutes weiss oder weissgelb, krystallinisch ist.

Schultz, welcher neuerlich auch fand, dass dieselbe Menge Wasser im Pfortaderblute weit mehr Farbestoff auflöst, als im Venen- und (am wenigsten) im Arterienblute, stellt die Ansicht auf, dass in der Pfortader, wo das Blut wegen seines wässerigen, wenig bildungsfähigen und also auch nur mit weniger Lebensbewegung versehenen Plasma, sowie wegen der schwerern Blutbläschen und der beigemischten excrementitiellen Stoffe nur sehr langsam fliesst, die schweren und schwärzeren Blutbläschen, welche zugleich die kernlosen, ältesten und abgelebten sind, Zeit gewinnen, in dem dünnern Plasma zu sinken und sich von den leichteren zu trennen, welche letzteren mit dem Strom nach oben weiter geführt werden. Die zurückbleibenden unbrauchbaren und ihrer Crontractilität beraubten Bläschen zerfallen und ihr Farbestoff wird von dem wässerigen Plasma (was auch in der Pfortader röthlich gefärbt ist) aufgelöst; die Residuen dieser abgestorbenen und aufgelösten Blutkörperchen werden dann in der Leber zur Bildung der Galle verwandt und so das Blut (erst mechanisch, dann chemisch) von seinen Schlacken befreit. Hiernach findet in der Pfortader und Leber der Reinigungs- oder Mauserungsprocess des Blutes statt und die Galle ist der Mauserstoff des Blutes. Aus dem Gesagten geht nun hervor, dass die Gallenabsonderung mit dem Leben des Pfortadersystems in beständigem nothwendigem Zusammenhange stehen muss, so dass beide vielfältig auf einander ein- und rückwirken; vermehrte Gallenabsonderung wird die Pfortaderblutbewegung beschleunigen; gehinderte Absetzung der Galle und Ueberfüllung der Pfortader wird dem Venenblute eine Pfortadernatur geben und aus diesem in andern Organen der Galle ähnliche Secretionen hervorrufen.

III. **Menstrualblut**, welches von den Wänden der Gebärmutterhöhle secernirt wird, besitzt keinen Faserstoff, gerinnt also auch nicht, und hat nach *Brande's* Untersuchungen ganz die Eigenschaften einer concentrirten Auflösung des Farbestoffes in verdünntem Serum. *Retzius* wollte entdeckt haben, dass dieses Blut freie Phosphorsäure enthalte, allein dies wird von mehrern Seiten für einen Irrthum erklärt. *Henle* spricht dem Menstrualblute auch den Faserstoff nicht ab, da er öfters ansehnliche Coagula darin entstehen

sah, nur unvollkommen freilich, wenn viel Schleimkörperchen und Epitheliumzellen der Scheide beigemischt waren (s. später bei Menstruation).

IV. Das **Blut des Embryo**, welches nicht etwa unmittelbar mit dem Blute der Mutter zusammenfliesst, sondern nur durch übertretendes Plasma aus den Uteringefässen in seiner Mischung erhalten wird, ist wegen des Mangels der Respiration dunkler als nach der Geburt, doch ist darin die Differenz zwischen arteriellem und venösem Blute schon zu erkennen. Es gerinnt unvollkommner, bildet einen weichen Blutkuchen und enthält nach *Fourcroy* keine phosphorsauren Salze. Die Blutbläschen sollen nach *Schultz* eine mehr ovale Gestalt haben und verschiedene Uebergangsformen zeigen; sie sind in der frühesten Zeit des Embryolebens grösser, als später (s. später bei Embryo).

Die Veränderungen des Blutes in Krankheiten oder durch Arzneimittel beziehen sich vorzüglich auf das Plasma (und seine Producte bei der Gerinnung), aber auch auf die Blutbläschen, entweder auf beide zugleich oder auf jedes allein. So wirken nach *Schultz* vegetabilische Farbestoffe nur auf das Plasma; Jod vorzüglich auf die Schale der Bläschen, welche dadurch braun wird, verhärtet und die Contractilität verliert, so dass nun die Plasmabildung aus dem Kerne verhindert wird. Neutralsalze wirken auf Plasma und Bläschen zugleich, auf ersteres verflüssigend, die Erzeugung von Faserstoff hemmend, in letzteren eine lebendigere Contraction hervorrufend. Narcotica lähmen die Contractilität der Blasen und bewirken daher grössere Venosität. — Das Verhalten des Blutes in Krankheiten ist noch ganz unbekannt. Man pflegt Krankheiten, welche ihren Grund in Veränderung der Blutbeschaffenheit haben sollen, Dyscrasieen zu nennen.

Entstehung, Ernährung und Bedeutung des Blutes.

Die **erste Entstehung des Blutes beim Embryo** (und vielleicht auch bei normaler und accidenteller Neubildung und Regeneration gefässreicher Gewebe), welche noch nicht mit Sicherheit erkannt worden ist und verschieden angegeben wird, fällt so ziemlich mit der des Gefässsystems (s. S. 435) zusammen und scheint in den sternförmigen Capillargefässzellen so vor sich zu gehen, dass zuerst farblose Blutkörperchen sich bilden, nach Einigen als neue endogene Bildungen der Zelle, bei welchen sich entweder erst der Kern aus den Elementarkörnchen und dann um ihn die Zelle entwickelt, oder der Kern erst in dem granulirten Kügelchen durch Trennung von der durchsichtiger werdenden Peripherie entsteht; nach Andern, indem sich die Fett- oder Dotterkügelchen mit einer Schale umgeben und also zu den Kernen der Blutkörperchen werden. Diese neuen Blutkörperchen sind anfangs farblos, kugelrund und grösser als beim Erwachsenen, allmälig platten sie sich aber ab, röthen sich und werden kleiner; sie scheinen weicher zu sein, als die platten, und sollen sich in Essigsäure nicht lösen. — Nach Entstehung des Mutterkuchens erhält das Blut des Embryo neue Zufuhr von nährenden Stoffen aus dem Plasma der Mutter; nach der Geburt regenerirt es sich aber aus dem Chylus und der Lymphe.

Entwickelung der Blutkörperchen aus den Chylus- und Lymphkügelchen. Sowohl der Chylus (d. i. die aus den Nahrungsmitteln durch den Digestionsprocess bereitete und von den Milchgefässen aus dem Darmkanale aufgesogene, eiweisshaltige und fettige Flüssigkeit), als die Lymphe (d. i. der Ueberschuss der aus dem Plasma gebildeten parenchy-

matösen Flüssigkeit, welche nicht zur Ernährung gebraucht worden) enthalten Kügelchen von verschiedener Grösse und Entwickelungsstufe (s. später bei Chylus und Lymphe), welche aber noch als farblose Kügelchen theils durch den *ductus thoracicus*, theils durch die Pfortader in das Blut eintreten und sich, nach der Ansicht der meisten Physiologen, hier in Blutkörperchen umbilden. Als Uebergangsformen der Lymph- und Chyluskörperchen, welche nach Einigen ihren Ursprung erst im Lymphplasma haben, nach Andern mit diesem zugleich aus der Nahrung selbst entstehen und sich aus einfachen Oelkügelchen entwickeln, werden von *Wagner* und *Nasse* angesehen: 1) farblose, in Wasser unlösliche Kügelchen (Kerne mit Kernkörperchen) mit zerstreuten Körnern ohne Kern; 2) dieselben mit Kern (Zellen); 3) linsenförmige Körperchen mit einem in kleinere leicht zerfallenden Kern; 4) platte mit einem schon zerfallenen Kern und andere mit einem mittlern Eindruck (biconcav); 5) platte, etwas schwach geröthete, im Wasser sich nur langsam verändernde Körperchen, welche den Uebergang zu den Blutkörperchen machen. Sowie nun diese Bläschen, einige als schon mehr ausgebildete, andere sogar noch im Zustande einfacher Oelkügelchen, in den Strom der Circulation kommen, entwickelt sich ein Theil durch die Einwirkung des Respirationsprocesses zu Blutkörperchen, ein anderer Theil besteht eine Zeit lang noch als Lymphkügelchen (d. s. die farblosen Blutkörperchen; s. S. 461) und fliesst gewöhnlich seitlich an den Wänden des Gefässes entlang, und zwar langsamer als der ganze Strom, der sie beständig in eine an der Gefässwand rollende Bewegung versetzt; häufig stehen sie selbst ganz still. Ob sich die Lymphkügelchen in den Blutgefässen selbst in Blutbläschen umbilden, oder vielleicht (wie *Hewson* glaubte) zu diesem Zwecke in die Blut- und Lymphdrüsen (besonders Milz) geschafft werden, ist unentschieden. Für die letztere Ansicht spricht der Umstand, dass die Lymphe der Milz beinahe blutroth ist und gar keine Lymphkügelchen, sondern lauter in der Bildung begriffene und ausgebildete Blutbläschen enthält. — Je öfter nun die Blutbläschen den Einfluss des Sauerstoffs in den Lungen erfahren, desto mehr werden die Kerne (zu Plasma) verarbeitet und verkleinert, und endlich schmelzen sie ganz, so dass die Bläschen ohne Kern sind. Im geraden Verhältnisse mit dieser Verarbeitung der Kerne vermehrt sich der Farbestoff, die Bläschen werden immer dunkler und endlich lösen sie sich, wenn sie eine gewisse Metamorphose durchgemacht und ein gewisses Alter erreicht haben, im Plasma wieder auf. Diese Auflösung der alten, abgestorbenen, nicht mehr contractilen, kernlosen und also unbrauchbaren Blutkörperchen geschieht nach *Kölliker* in der Milz, nach *Schultz* in der Pfortader (s. vorher Pfortaderblut) und bedingt die Verjüngung des Blutes. Demnach sind die Blutbläschen im lebendigen Blute nicht ein für allemal fertige und feste unveränderliche Bildungen, sondern in beständiger Veränderung begriffen, die sich auf die nach und nach erfolgende Ausbildung und Rückbildung derselben bezieht und der Stoffbildung im Blute folgt. Das Blut wird also, wie alle übrigen organischen Stoffe, durch Zusatz neuer Materie und Entfernung alter unbrauchbarer ernährt und in seiner richtigen Mischung erhalten. An der Erhaltung der reinen Mischung des Blutes haben demnach auch die Se- und Excretionen, welchen das Blut vorsteht, einen grossen Antheil. Hierher gehört die Ausscheidung überflüssiger oder unbrauchbarer eingeführter Stoffe, wie des Wassers (durch Lungen-, Haut- und Nierenabsonderung), oder der durch die Nahrungsmittel eingeführten Materien (meist durch den Harn), und der Stoffe, welche einen Ueberfluss von Kohlenstoff (durch die Lungen und Leber), Stickstoff (durch die Nieren) oder Wasserstoff (durch die Leber) enthalten. Ebenso müssen neue im Organismus entstandene Zersetzungsproducte, die das Blut in sich aufnimmt (wie Harnstoff, Milchsäure, Kohlensäure und mehrere Salze, Extractivstoffe), aus ihm entfernt werden. — Die **Bildung des venösen Blutes** geschieht in den Haargefässen, in Folge des Stoffwechsels, nicht allein durch den Absatz gewisser Bestandtheile (besonders Sauer- und Stickstoff) des arteriellen Blutes an das Parenchym der Organe, sondern auch

durch die Aufnahme von Stoffen, welche als die Producte der Zersetzung angesehen werden können (s. bei Ernährung). Die Umwandlung des venösen in arterielles Blut findet dagegen in den Lungen mittels Ausziehen des Sauerstoffs der eingeathmeten Luft und Absetzung von Kohlensäure statt.

Function des Blutes und Bedeutung seiner einzelnen Bestandtheile. Das Blut, und hauptsächlich das arterielle, ist nicht nur die Quelle aller Bildungen, Ernährung, Absonderung und Wärme, sondern liefert auch die Reize für das Nerven- und Muskelsystem und vermag belebend auf diese Systeme einzuwirken. Den erstern, vegetativen Vorgängen, bei welchen das venöse Blut das arterielle einige Zeit lang, freilich nur unvollkommen, vertreten kann, steht jedenfalls das Plasma vor, die animalen Functionen dagegen scheinen mehr von den Blutbläschen (vermöge ihres Sauerstoffgehaltes) abhängig und verlangen nur arterielles Blut.

a. Das Plasma (s. S. 456) ist die wahre ernährende und bildende Substanz des Blutes; es liefert den Zeugungsstoff (parenchymatöse Bildungsflüssigkeit, s. S. 142. 145) für alle Organe, indem es durch die Gefässwandungen in das Parenchym übertritt, während die Blutbläschen nicht über die Gefässe hinausgehen. Es scheint sich theils aus dem Plasma der Lymphe und des Chylus, theils durch Metamorphose und Verarbeitung der Kerne der Blutbläschen (?) mit Hülfe der Respiration zu bilden. Man findet daher schon in der Lymphe eine Zunahme an Plasma und Faserstoffbildung, je weiter die Bildung der Bläschen fortschreitet. Es scheint besonders das Fett der Bläschenkerne zu sein, das sich durch weitere Verarbeitung in Plasma umbildet. Daher zeigt sich auch, dass in dem Verhältniss, wie das Fett in der Lymphe abnimmt, das Plasma zunimmt. Jedenfalls ist der Faserstoff, aber wohl auch Eiweiss, welches sich vielleicht in Faserstoff verwandeln kann, der bildende Stoff des Plasma, denn die Menge des erstern befindet sich durchaus nicht in geradem Verhältnisse zu der Ernährung des Menschen, auch wird er nicht in demselben Maasse wieder erzeugt, als er verbraucht wird (s. bei Ernährung).

b. Die Blutbläschen, von denen die ältern Physiologen glaubten, dass sie sich an die organische Substanz ausserhalb der Gefässe ansetzten und sich in dieselbe metamorphosirten, scheinen mit der Ernährung direct nichts zu thun zu haben, sondern nur in einer unmittelbaren Beziehung zu diesem Vorgange zu stehen und zwar insofern, als in ihnen mittels des, bei der Respiration resorbirten Sauerstoffs der Kern verarbeitet (vielleicht aus Fett zu Eiweiss und Faserstoff) und zu Plasma umgebildet wird, wobei sich wahrscheinlich der Farbestoff als Residuum dieses Processes bildet. Ausserdem wird von den meisten Physiologen den Blutkörperchen eine erregende und belebende Wirkung auf das Nerven- und Muskelsystem zugeschrieben, die ohne Zweifel von dem Sauerstoffe abhängig ist, da venöses Blut diese belebende Eigenschaft verliert. Durch ihre Beziehung zum Sauerstoff und zur Kohlensäure erhalten die Blutkörperchen (d. h. die jüngeren, nicht die abgestorbenen und contractionsunfähigen) ihre anerkannte Wichtigkeit für das Athmen, indem sie jenen in der Lunge einsaugen und diese dafür aus dem Körper fortschaffen. Deshalb wird in den Lungen um so mehr Kohlensäure ausgeschieden und Sauerstoff absorbirt, je mehr Blutkörperchen das Blut besitzt (Vögel). Ob hierbei das Blutroth eine Rolle spielt, ist noch unentschieden; man hat das Eisen für den Träger und Sauger des Sauerstoffs angesehen. Es scheint aber unmöglich, dass die ganze Menge Sauerstoff, die bei einem Athemzuge verschwindet (3,5 C."), an die kleine Quantität Eisen gebunden wird.

Das Fett (s. S. 465), welches in grosser Menge durch den Chylus aus den Nahrungsmitteln ins Blut gebracht und hier noch feiner als im Chylus vertheilt und verseift wird, geht theils in die Bildung der Nervensubstanz (festes Fett) ein, theils wird es im Zellgewebe (flüssiges Fett) abgelagert; ein Theil wird vielleicht auch in Eiweiss umgebildet (denn proteinhaltige

Gewebe können sich auch in Fett rückbilden), ein anderer als Kohlensäure und Wasser aus dem Körper ausgeschieden, und ein dritter zur Bildung der Galle verwendet.

II. Lymphe, *lympha.*

Unter Lymphe versteht man (im engern Sinne des Worts) die mittels der Enosmose in die Lymphgefässe eingetretene Flüssigkeit, welche von diesen Gefässen aus allen Theilen des Körpers aufgenommen wird und grösstentheils aus Materien besteht, die früher schon im Blute waren und bei der Ernährung oder Absonderung aus diesem durch die Capillargefässe ausgeschieden wurden. Es sind: 1) die zur Ernährung überflüssige parenchymatöse Bildungsflüssigkeit (s. S. 142), welche die Partikelchen der Gewebe blos tränkt, ohne in die Substanz der Organe einzugehen; — 2) Partikelchen der früher von der Bildungsflüssigkeit gebildeten organischen Substanz, welche wieder aufgelöst und zum Theil wohl auch zersetzt wurde; — 3) Secretionsflüssigkeiten (s. S. 142). Es muss demnach die Lymphe in ihrer Zusammensetzung mit dem Blute Aehnlichkeit haben, aber in verschiedenen Körpertheilen von verschiedener Beschaffenheit sein.

Die Lymphe stellt im Allgemeinen eine dünnflüssige, schwach gelbliche oder grünliche (in der Milz röthliche), klare, durchsichtige, geruchlose, schwach salzig schmeckende und alkalisch reagirende Flüssigkeit (von 1,037 specif. Gew.) dar, welche wie das Blut aus einer homogenen Flüssigkeit, Plasma, und aus Körperchen (Lymphkügelchen) zusammengesetzt ist. Sie gerinnt ausserhalb des Körpers ebenfalls, indem sich nach 10—15 Minuten ein spinnegewebartiges Coagulum von Faserstoff absetzt, welches zuletzt zu einem weissen fadenartigen Gewebe sich zusammenzieht und einen Theil der Lymphkörperchen in sich einschliesst, während ein anderer Theil derselben im gelblichen, schwachopalisirenden Serum suspensirt bleibt. Die Körperchen in der Lymphe sind doppelter Art, nämlich: 1) helle, glänzende, durchscheinende, meist kugelrunde, glatte Oeltröpfchen von der verschiedensten Grösse ($^1/_{2000}$—$^1/_{150}$'''), die sich in Aether völlig auflösen und vielleicht in die 2. Art von Körperchen umbilden können; 2) Lymphkörperchen, die aber in geringerer Menge in der Lymphe vorkommen, als Blutkörperchen im Blute.

Lymphkörperchen, sind helle, farblose, durchsichtige, runde, theils glatte, theils körnige, in Wasser und Essigsäure unlösliche Kügelchen, welche von verschiedener Grösse ($^1/_{500}$—$^1/_{250}$'''), aber immer etwas grösser und selbst doppelt so gross sind, als die Blutkörperchen desselben Thieres. Sie scheinen sich auf verschiedenen Entwickelungsstufen zu befinden, denn einige stellen nur einfache, aus Körnern zusammengesetzte Kügelchen ohne Kerne dar, bei andern wird eine Schale und ein Kern (der etwas kleiner als ein Blutkörperchen ist) unterscheidbar, und noch andere nehmen immer mehr die Gestalt der im Blute schwimmenden Lymphkörperchen, selbst eine schwach röthliche Farbe (in der Milz) an (s. vorher bei Entstehung des Blutes). Es ist wohl ohne Zweifel, dass sich die letztere Art zu Blutkörperchen, vielleicht durch die Respiration und in den Blut- und Lymphdrüsen, umbildet.

Die **chemische Zusammensetzung der Lymphe** kommt so ziemlich mit der des Blutes überein, doch enthält sie in der Regel mehr Wasser und Fett und ist ärmer an festen Bestandtheilen als dieses. In beiden finden wir fast dieselben Salze (salzs., kohlens., schwefels. und milchsaures Kali und Natron, Chlornatrium und Chlorkalium, phosphors. u. schwefels. Kalk und etwas Eisenoxyd), in beiden Eiweiss, Faserstoff, Fett und Extractivstoff; doch überwiegt das Eiweiss auf Kosten des Faserstoffs; auch ist das Fett in reichlicherer Menge, als im Blute, vorhanden. Es scheint übrigens, als ob die Lymphe und der Chylus in chemischer, wie in physiologischer Hinsicht mehrere Stufen einer allmäligen Vervollkommnung zeigten, denn wie sich die Chylus- und Lymphkörperchen von der Peripherie nach dem Centrum hin immer mehr ausbilden und den Blutkörperchen ähnlich werden, so enthalten beide Flüssigkeiten anfangs mehr Fett, Eiweiss und eine speichelartige Materie und weniger Plasma, während sie in der Nähe des *ductus thoracicus* eine grössere Quantität Plasma, mehr Faserstoff (nun auch leichter gerinnend) und Extractivstoff, und selbst etwas Farbestoff besitzen. Die Modificationen der Lymphe und des Chylus in ihrem weitern Verlaufe gehen wahrscheinlich in den Lymphdrüsen, durch Uebertritt von Blutroth, Faserstoff und Sauerstoff aus dem Blute, vor sich. Nach *Hünefeld,* welcher das Blut der Gekrösarterien in den *glandulis mesaraicis* reicher an freiem Alkali und Blutroth fand, treten hier wahrscheinlich diese Stoffe über. Die Lymphe unterscheidet sich vom Chylus dadurch, dass sie weniger Fett, weniger feste Theile und weniger Kügelchen enthält. Die Resultate der verschiedenen quantitativen Analysen der Lymphe sind folgende:

***Marchand* u. *Colberg*.**		***Bergemann*.**		***Lassaigne*.**		***Chevreul*.**		***Gmelin*.**	
Wasser . .	96,926	Wasser . . .	96,10	Wasser . . .	92,500	Wasser . . .	92,64	Wasser . . .	96,10
Faserstoff .	0,520	Eiweiss . . .	2,75	Eiweiss . .	5,736	Eiweiss . . .	6,10	Eiweiss . . .	2,75
Eiweiss . .	0,434	Faserstoff . .	0,25	Faserstoff .	0,330	Faserstoff .	0,42	Faserstoff .	0,25
Osmazom (u. Verlust)	0,312	Natrum muriat. , Natrum carbon. , Natrum phosphor. . , Speichelstoff ähnlicher Körper	0,21	Chlornatrium . . . , Chlorkalium , Natron . . . , Phosphors. Kalk	1,434	Kochsalz . .	0,61	Salzs., kohlens. und phosphors. Natron und speichelstoff. Mat. .	0,21
Fettes Oel, Krystallin. Fett	0,264	Osmazom . . , Natrum muriat. mit organ. Säuren	0,69		100,000	Kohlensaur. Natron . . .	0,18	Osmazom, Kochsalz u. milchsaur. Natron . . .	0,69
Chlornatrium . . . , Chlorkalium , Kohlensaures und milchsaur. Kali , Schwefels. Kalkerde . , Phosphors. Kalkerde und Eisenoxyd . . .	1,544		100,00			Phosphors. Kalk und Magnesia . , Kohlensaur. Kalk	0,05		100,00
	100,000						100,00		

III. Milch- oder Speisesaft, *chylus.*

Der **Speisesaft** ist das Product des Verdauungsprocesses; indem nämlich der im Magen aus den Speisen gebildete und im Duodenum mit Galle und Bauchspeichel vermischte Speisebrei *(chymus)* durch den Darmkanal allmälig hindurchrückt, wird von den Anfängen der Lymphgefässe an den Wänden der Därme (s. S. 433) das Bessere, Assimilationsfähige desselben (d. i. Chylus) aufgesogen und, nachdem es im *ductus thoracicus* mit der Lymphe vereinigt worden ist, in das Venenblut ergossen. Nach Einigen soll sich der Chylus als solcher

schon im Darmkanale, nach Andern aber erst in den Chylusgefässen finden.

Der **Chylus** ist eine dickflüssige, klebrige, mehr oder weniger trübe (nach den Speisen und dem Fettgehalte), bald milchweisse (in den Anfängen der Milchsaftgefässe), bald gelblichweisse (nachdem er die erste Drüsenreihe passirt hat), bald gelbgraue und röthliche (im *ductus thoracicus*), alkalisch reagirende Flüssigkeit von fadem, etwas salzigem Geschmacke und eigenthümlichem, etwas samenartigem Geruche, welche der Lymphe sehr ähnlich ist, sich aber von dieser durch ihre trübere Beschaffenheit, die grössere Menge Fett und Körnchen, und die grössere Quantität fester Theile unterscheidet. Er **gerinnt**, wie die Lymphe, und zeigt unter dem Mikroskope, wie diese, **Oeltröpfchen** und **Chyluskörperchen**, die in einem **Plasma** schwimmen; letztere sollen aber erst dann auftreten, wenn er durch Lymphdrüsen durchgegangen ist, und erstere sollen sich um so mehr vermindern, als die letztern zunehmen und der Chylus *glandulae mesaraicae* passirt. Ohne Zweifel vervollkommnet sich der Chylus in seinem Laufe zum *ductus thoracicus* und wird so dem Blute immer mehr assimilirt, auch seine Körperchen scheinen darnach verschiedene Entwickelungsstufen zu durchlaufen (s. vorher Lymphkörperchen).

Die **Chyluskörperchen**, von denen es grössere und kleinere (von $\frac{1}{600}$—$\frac{1}{150}$‴) gibt, sind, wie die Lymphkörperchen, im Allgemeinen kugelig, aber nicht vollkommen sphärisch, zuweilen etwas länglich oder eckig, farblos, specifisch schwerer als Wasser, ziemlich klebrig, nur wenig grösser oder auch kleiner als die Blutkörperchen desselben Thieres, und unterscheiden sich nach *Nasse* von den Lymphkörperchen dadurch, dass sie häufig dunkler sind, in der Grösse mehr differiren, sich im Wasser viel schneller vereinigen und grössere Flocken bilden, etwas mehr anschwellen, während die Flüssigkeit etwas klarer bleibt, dass sie durch Essigsäure etwas mehr angegriffen werden, dass sich ihre Peripherie leichter, ihr Kern schwerer darin löst und dass sie bei dem Eintrocknen viel dunkler werden und mehr Fett enthalten. *Nasse* unterscheidet 2 Arten solcher Kügelchen: *a)* hellere, viel undeutlichere und stärker körnige, und *b)* dunklere, sowohl grosse, etwas eckige, homogene, als kleinere, blässere und feinkörnigere.

Die **chemischen Untersuchungen** des Chylus haben bis jetzt nur höchst unvollkommene Resultate geliefert und der chemisch nachweisbare Unterschied zwischen Chylus und Lymphe beschränkt sich hauptsächlich auf einen vorwiegenden Gehalt an Fett und Mangel oder geringen Gehalt an Faserstoff in dem Chylus.

Die **Bestandtheile** des Chylus sind: Eiweiss, Faserstoff, Fett (zum grössten Theil frei), Blutroth (wahrscheinlich so wie der Faserstoff nicht ursprünglich), Osmazom, Speichelstoff, salzsaures und essigsaures Natron und Kali, Eisen (nur eine Spur), Wasser. — *Tiedemann* und *Gmelin* ziehen aus ihren Untersuchungen über die Verdauung folgende Resultate:

1) Die **röthliche Farbe** des Chylus (im *ductus thoracicus*) rührt von beigemischtem **Blutroth** her, welches nicht schon bei der Verdauung gebildet, sondern in den Gekrösdrüsen und aus der Milz zugeführt wird. — 2) Der **Faserstoff** wird erst in und aus der Blutmasse erzeugt, nicht bereits durch die Verdauung ausgearbeitet. So zeigen weniger gefütterte Thiere mehr Faserstoff, stärker gefütterte weniger; der Chylus, ehe er durch die Gekrösdrüsen geht, gerinnt noch nicht. — 3) Das **Fett** des Chylus wird aus den Speisen aufgenommen. — 4) Die Menge der festen Theile im Serum wechselt von 2,4—8 p. C. Diese sind: Eiweiss, Speichelstoff; Osmazom; essigs., kohlens., phosphors., schwefels. und salzsaures Natron; kohlens. und phosphors. Kalk.

Blutumlauf, *circulatio sanguinis.*

Alle Ernährung und Absonderung geschieht vom Blute aus und dieses selbst muss, um den genannten Processen ordentlich vorstehen zu können, gehörig ernährt und in seiner normalen Mischung erhalten werden, es muss immerfort neue nahrhafte Stoffe (d. s. die Producte der Assimilation und Respiration) aufnehmen und dafür die alten, unbrauchbaren (d. s. die Producte des Rückbildungsprocesses) mittels der Se- und Excretionen wieder absetzen; denn das Blut nimmt ebenso die zerfallene aufgelöste Substanz wieder in sich auf, als es den organisirenden Stoff an die Organe austheilt. Wegen dieses fortlaufenden Stoffwechsels wird das Blut im ganzen Körper umhergetrieben und kommt so mit allen Organen und deren Elementen in Berührung. Man nennt dies den Kreislauf des Blutes und es ist demnach derselbe der Mittelpunkt des bildenden Lebens im Körper. Seine Haupttriebfeder ist das Herz, von dem hauptsächlich die Blutbewegung ausgeht, während die Blutvertheilung mehr von den Gefässen abhängig ist; doch ist das Herz nicht die erste Ursache dieses Lebensprocesses, denn während die Blutbewegung schon da ist, bildet sich das Herz erst nach und nach aus, und dieses entsteht gerade dadurch, dass die von verschiedenen Stellen kommenden Blutströme an einem bestimmten Orte zusammentreffen (s. bei Ursachen der Herzbewegung).

Der Lauf des Blutes durch den Körper, welcher immerfort dieselbe Richtung beibehält und zuerst von *Harvey* 1619 vollkommen nachgewiesen und 1628 öffentlich bekannt gemacht wurde, geschieht (nach der Geburt) in einer fortwährenden Strömung vom Herzen aus in die Arterien und durch deren Stämme, Aeste, Zweige und Reiser zu den Capillargefässen, welche nun die Ernährung und Absonderung besorgen und das Blut direct in die Venen überführen, in denen es in entgegengesetzter Richtung aus den Reisern in die Zweige, Aeste und Stämme und endlich in das Herz zurückkehrt, von dem es ausging. Obschon dieser Lauf des Blutes ein einfacher Kreislauf ist, so wird er doch deshalb in 2 Abtheilungen, in den grossen und kleinen Kreislauf, geschieden, weil das Blut dabei zweimal das Herz berührt. Es fliesst nämlich (als venöses) aus der rechten Herzhälfte durch die Lungenarterien in die Capillargefässe der Lungen (wo es in arterielles verwandelt wird) und kehrt aus diesen (als arterielles) durch die Lungenvenen zur linken Herzhälfte zurück, d. i. der **kleine Kreislauf**, kleine Blutbahn, Lungenblutbahn, *circulus s. circuitus sanguinis minor* (mit etwa ¼ der gesammten Blutmenge). Von der linken Herzhälfte aus wird es nun (als arterielles) mittels der Aorta im ganzen Körper verbreitet und, nachdem es in den Haargefässen in Folge der Ernährung venös geworden ist, durch die Hohl- und Herzvenen zur rechten Herzhälfte

zurückgeführt, d. i. der **grosse Kreislauf**, grosse Blutbahn, Körperblutbahn, *circulus sanguinis major* (mit ¾ der gesammten Blutmenge). Es strömt demnach das Blut in jedem dieser Kreisläufe vom Herzen aus in eine Arterie und ihre Zweige, dann mittels der Haargefässe in Venen, und durch diese zum Herzen zurück; allein es kommt niemals wieder an dem Punkte im Herzen an, von dem es ausging. Demnach ist weder der grosse, noch der kleine Kreislauf ein wirklicher Kreislauf, sondern sie stellen nur 2 verschiedene Bahnen dar, welche so in einander greifen, dass jede Herzhälfte das Ende der einen und den Anfang der andern Bahn darstellt. — Der Zweck des kleinen Kreislaufs, welcher beim Embryo fehlt, ist die Verwandlung des venösen Blutes in arterielles, was innerhalb der Lungen in den Haargefässen der Lungenarterie mittels des Sauerstoffs der eingeathmeten Luft geschieht. Der grosse Kreislauf dient der Ernährung und Absonderung und dabei wird das arterielle Blut in venöses verwandelt. — Es lassen sich nun aber auch dem Zwecke gemäss in dem Ganzen der Blutbewegung noch 2 Theile unterscheiden, nämlich ein **peripherischer** und ein **centraler**; ersterer ist bestimmt, das ernährende Blut an Ort und Stelle zum Bildungsprocess im Körper oder zur Erholung in den Athemorganen zu verbreiten, hat seinen Sitz in dem Haargefässnetze und findet sich schon vor der Herzbildung; der Zweck der letztern dagegen ist, das verbrauchte Blut wieder zurück und das frische Blut seinem Zwecke zuzuführen; er wird durch die baumförmig verzweigten Gefässe mit centrifugaler (Arterien) und centripetaler Strömung (Venen) vermittelt. — Mit *Bichat* kann man auch eine Bahn des hellrothen Blutes und eine Bahn des dunkelrothen Blutes annehmen; erstere zieht sich aus den Lungen durch die Lungenvenen, die linke Herzhälfte und die Körper-Arterien zu allen Theilen (zur Peripherie) des Körpers; letztere kehrt durch die Körpervenen, die rechte Herzhälfte und die Lungenarterie zu den Lungen zurück. Beide Bahnen sind an ihren Enden durch das Capillargefässystem verbunden und jede ist mit einem Baume zu vergleichen, dessen Stamm in der einen Herzhälfte ist, und dessen Wurzeln sich beim Systeme des rothen Blutes (arterieller Baum) in den Lungen, die Zweige im Körper befinden, während beim Systeme des dunkeln Blutes (venöser Baum) die Wurzeln im peripherischen Systeme des Körpers, die Zweige desselben in den Lungen sind.

Beweise für den Kreislauf. Trotz der Bekanntmachung von *Harvey's* Entdeckung erklärten sich doch noch viele Anatomen des 18. und selbst noch des 19. Jahrhunderts *(Kerr, Rosa)* gegen die Wirklichkeit des Kreislaufs. So soll nach *Willbrand* und *Runge* das Blut aus den Arterienenden austreten, sich in organische Masse verwandeln und dafür die schon gebrauchte sich wieder zu Blut auflösen und in die Venen einfliessen. Die Beweise für seine Existenz sind folgende: 1) die Anordnung der Klappen in dem Herzen und den Venen, welche keinen andern Lauf zulassen. 2) Bei Compression oder Unterbindung einer Arterie sammelt sich das Blut an der Seite der comprimirten Stelle, welche dem Herzen näher liegt, während dies bei den Venen umgekehrt ist. So spritzt auch bei Verletzungen von Arterien das Blut in der Richtung vom Herzen her, aus Venenwunden dagegen von der entgegengesetzten Seite. 3) Bei durchsichtigen Thieren (Fisch-

embryonen), in den Schwänzen von Froschlarven, der Schleimhaut von Fröschen und Salamandern, an den Flügeln der Fledermäuse u. s. f., sieht man die Strömung des Blutes und der Blutkügelchen aus den Arterien durch die Capillargefässe in die Venen. 4) Es lässt sich gefärbtes Fluidum aus den Arterien in die Venen spritzen. 5) Es hört nach Unterbindung eines grossen Arterienstammes der Blutlauf zuerst in den Arterien und dann in den Venen auf.

Die **Kräfte**, durch welche der Kreislauf zu Stande kommt und die Erscheinungen bei demselben fallen theilweise der Physik, theilweise dem Leben anheim. Die Hauptursachen der Blutbewegungen sind folgende: 1) vor Allem die Contraction des Herzens und der Blutgefässe, welche sowohl von ihrer lebendigen Contractilität als physikalischen Elasticität abhängig ist; 2) sodann die Lungen- und Thoraxaspiration, insofern bei der Inspiration das venöse Blut in den Thorax und die Lungen eingesogen, bei der Exspiration aber, da es wegen der Pulmonalarterien-, Jugularvenen- und Azygosklappen, sowie wegen des Verschlusses der untern Hohlader in Folge der veränderten Lage der Leber nicht zurückfliessen kann, vorwärts gedrückt wird; 3) das Blut selbst, durch seine Wirkung auf die Gefässe (besonders Haargefässe); Blut, dem sein Faserstoff oder die Kügelchen entzogen sind, bewirkt bald Stillstehen des Kreislaufs. 4) Der Nerveneinfluss, der sich wahrscheinlich auf die Ringfaserhaut (s. S. 413) erstreckt und besonders bei Lähmungen und Gemüthsbewegungen im Gefässsysteme sich zu erkennen gibt; 5) der Luftdruck. Nach *Gendrin* wirkt nämlich der atmosphärische Druck, der auf die Capillargefässe der ganzen äussern und innern Oberfläche des Körpers statt findet, antagonistisch mit der Contraction des, sich im luftleeren Raume bewegenden Herzens, indem er diese beschränkt und zugleich den centripetalen Kreislauf in den Capillargefässen und Venen befördert. Deshalb injiciren sich bei sehr niedrigem Barometerstande (auf hohen Bergen) die innern und äussern Capillargefässe, die Flüssigkeiten dehnen sich aus und das Blut dringt leicht durch die Gefässwände; dasselbe findet beim Schröpfen statt.

Schnelligkeit der Blutbewegung. Das ganze Gefässsystem ist stets mit Blut gefüllt, so dass nirgends ein leerer Raum darin existirt. Nur die Herzhöhlen ziehen sich jedesmal fast bis zur Leere zusammen, allein diese Leerheit kommt nicht einmal zu Stande, denn auf der Stelle fliesst von den Venen in die Vorhöfe und von diesen in die Herzkammern das *a tergo* gedrängte Blut ein. Durch die Zusammenziehung der Herzkammern kann aber das, die Arterien ausfüllende Blut nur dadurch weiter geschafft werden, dass ihr Gehalt an Blut mit Gewalt gegen die in den Arterien enthaltene Blutsäule gedrückt und diese um so viel Raum weiter geschoben wird, als das herausgedrückte Blut im Anfangstheile der Arterie einnimmt. Durch dieses Fortdrängen der Blutmasse in Folge der Contraction der Kammern, werden die Arterien ausgedehnt (pulsiren), sobald aber diese Zusammenziehung nachlässt, ziehen sie sich mittels ihrer contractilen und elastischen Wände zusammen und tragen so zur Fortschaffung des Blutes ebenfalls bei. Auf diese Art muss in einer gewissen Zeit aus den Venen gerade so viel Blut wieder in die Vorhöfe einströmen, als durch die Zusammenziehung der Kammern in die Arterien gepresst wurde, denn die ganze Blutmasse bildet einen grossen Zirkel, in dem an jeder Stelle so viel Blut weiter rückt, als an jeder andern. — Die Schnelligkeit der Blutbewegung ist nun aber nach Alter, Geschlecht, Temperament, Klima, Körperconstitution, Lebensweise, Tages- und Jahreszeit, Stellung und Lage des Menschen (bei aufrechter Stellung ist der Puls um 6—15 Schläge schneller) und nach manchen andern Umständen verschieden; es waltet sogar eine Verschiedenheit der Schnelligkeit in den verschiedenen Organen (in den Lungen ist sie wenigstens 4mal grösser) und Gefässarten ob (so läuft das Blut in den Arterien 4mal schneller, als in den Venen und am langsamsten in den Haargefässen); auch muss nach hydrostatischen Gesetzen, indem das Gefässsystem einen Kegel vorstellt,

dessen Spitze im Herzen, die Basis aber in der Peripherie des Körpers liegt, das Blut in der Nähe des Herzens (d. i. in den grössern Gefässstämmen) schneller laufen, als in den entferntern Theilen. Von der Weite und Verbindung der Gefässe hängt die Schnelligkeit der Blutströmung besonders mit ab. Je geringer das Lumen der Röhren, um so mehr wird durch Reibung der Blutlauf verzögert; dasselbe geschieht durch Anastomosen, theils indem das Blut einen absolut weitern Weg zu machen hat, theils durch den Verlust an Kraft bei der Bewegung von Strömen. Es verweilt deshalb in einem Organe um so länger, je feiner seine Gefässe und je verwickelter ihr Verlauf. Auch die Beschaffenheit des Blutes selbst hat grossen Einfluss auf das schnellere oder langsamere Fliessen desselben; so soll nach *Poiseuille* das Sinken der Temperatur (wie im Venenblute) ein Langsamwerden des Blutlaufs bewirken; ebenso macht eine geringere Menge Plasma und mehr und gefärbte Blutbläschen denselben langsamer. — Es ist demnach eine nicht leicht zu entscheidende Frage, in welcher Zeit das Blut seinen vollständigen Umlauf durch den Körper mache. Nehmen wir an, dass sich 25 ℔ (300 Unzen) Blut im Körper befinden, in der Minute aber 70 Pulsschläge (4200 in der Stunde) geschehen und mit jedem 2 Unzen Blut aus dem Herzen getrieben werden, so läuft das Blut binnen 1 Stunde 28mal durch den ganzen Körper (also 672mal in 24 Stunden).

Wenn bei einer Blutmenge von 30 ℔ (nach *Wrisberg*) und 70 Pulsschlägen 2 Unzen Blut auf einmal aus dem Herzen getrieben werden, so dauert ein Kreislauf 480 Pulsschläge oder 6 Minuten 24 Secunden und das Blut läuft also in der Stunde $9\frac{3}{8}$ Mal um. — Nach *Burdach*, welcher blos 20 ℔ Blut annimmt, treibt das Herz bei jeder Zusammenziehung $1\frac{1}{2}$ Unze aus und dann wird das Blut während 214 Pulsschlägen binnen 2 Minuten 51 Secunden einmal und in 1 Stunde 21mal vollständig umlaufen. — Nach *Herbst* enthält der Mensch 10 ℔ Blut und der Kreislauf dauert 80 Pulsschläge oder 1 Minute 4 Secunden.

Es circulirt nun aber das Blut auch nicht durch alle Körpertheile in einer und derselben Zeit; so kommt es z. B. durch die *artt.* und *vv. coronariae cordis* 10mal, und durch die *artt.* und *vv. pulmonales* 4mal schneller zum Herzen zurück, als das Blut, welches durch die Aorta zu den entferntesten Theilen fliessen muss. Hiernach stellte also der Kreislauf wohl einen allgemeinen grossen Kreis vor, welcher aber aus sehr vielen kleinen Kreisen zusammengesetzt ist.

Folgende Momente sind beim Kreislaufe zu berücksichtigen: *a)* Bewegung des Blutes durch das Herz; — *b)* Lauf desselben durch die Arterien; — *c)* Uebergang desselben aus den Arterien durch die Capillargefässe in die Venen; — *d)* Strömung des Blutes in den Venen zum Herzen zurück.

I. Blutlauf durch das Herz.

Das Herz, welches sich ganz frei um seine Basis bewegen kann, hat als musculöses Organ die Bestimmung, durch seine Thätigkeit, welche in Zusammenziehung, *systole* (mit Austreibung des Blutes) und Ausdehnung, *diastole* (mit Aufnahme desselben) bestehen und wobei es sich sowohl hebt als senkt (Hebelbewegungen) als nach rechts und links etwas dreht (Rotationsbewegungen), den Kreislauf des Blutes ununterbrochen zu unterhalten; es ist also die Haupttriebfeder des Kreislaufs. Diese Bewegungen des Herzens gehören zur Klasse der reflectirten (s. S. 390); die Contraction beginnt in

beiden Atrien gleichzeitig und pflanzt sich gleichzeitig auf beide Ventrikel fort; sie hat in den Atrien schon aufgehört, wenn sie in den Ventrikeln erfolgt, die Atrien können also das Blut aufnehmen, während die Ventrikel ihren Inhalt in die Arterien treiben. Hat die Contraction der Ventrikel aufgehört, so erschlaffen ihre Wände und Blut strömt aus den Atrien und in diese aus den Venen ein.

Magendie vergleicht das Herz mit einer hydraulischen Centralmaschine, die für die Flüssigkeit Pumpe und Behälter zugleich ist und aus zwei neben einander liegenden Druckpumpen (nach Andern auch Druck- und Saugpumpe) von ungleicher Kraft besteht. Das Spiel des Stempels (welches auf- und abwärts geht und erst die Flüssigkeit nach sich zieht und dann comprimirt) ist hier durch die Wirkungen der Wände des Herzens ersetzt; diese gestatten nämlich dadurch, dass sie sich ausdehnen, einer Blutwelle in ihre Höhle zu dringen, und dadurch, dass sie sich plötzlich und kräftig zusammenziehen, treiben sie dieselbe in die zur Vertheilung bestimmten Röhren. Die Richtung der Flüssigkeit ist hierbei durch die Klappen-Ventile, wie in jeder Pumpe, gesichert. An den beiden Hauptröhren *(ostia arteriosa)* sind 3 einzelne Ventile *(valvulae semilunares)* deshalb angebracht, weil die Röhren *(art. pulmonalis* und *aorta)* elastisch sind und wenn sie sich ausdehnten, dann eine Klappe nicht mehr gross genug für das Kaliber sein würde. Die *chordae tendineae* haben den Nutzen, bei der Diastole die Klappen vom *ostium venosum* abzuziehen und dieses so zu öffnen, dagegen bei der Systole der Gewalt des comprimirten und einen Ausweg suchenden Blutes zu widerstehen und zu verhindern, dass diese Klappen von demselben ins Atrium hineingedrückt werden. Die Atrien sind nur Reservoirs für das Blut, welches dieselben durch sein Einströmen ausdehnt und von hier in die eigentliche Pumpe (Ventrikel) tritt. Der Kreislauf würde auch fortbestehen, selbst wenn sich die Wände der Atrien nicht zusammenzögen. Die *trabeculae carneae* und die zwischen ihnen befindlichen Zwischenräume haben folgenden Nutzen: indem das Blut in letztere eindringt, geht es gleichsam durch ein Sieb und die Blutsäule bricht sich innerhalb dieser Maschen in eine Menge unzähliger kleiner Ströme, die gegen einander stossen. Auf diese Weise können sich die Grundtheile des Blutes nicht trennen, im Gegentheil ihre Mischung wird noch inniger und wie feiner verpulvert, so dass es nun leichter durch die Haargefässe der Lungen gehen kann. Also um der beständigen Neigung des Blutes, sich zu zersetzen, entgegenzuarbeiten (zu tamisiren), ist dieser Triturations-Apparat im Innern der Pumpe und hauptsächlich im rechten Ventrikel angebracht. — Das Herz, diese doppelte Pumpe, ist nun selbst wieder in eine Pumpe, d. i. Brusthöhle, eingeschlossen, und diese modificirt durch ihr Ausdehnen und Zusammenziehen das Spiel der Herzpumpe. Je nachdem letztere und ihre Röhren von der Brustpumpe mehr oder weniger comprimirt werden, desto schneller oder langsamer wird das Blut fliessen.

a. Die **Systole,** welche blitzschnell und beim Erwachsenen im mittlern Alter 70—75 Mal in der Minute, in der Jugend häufiger (150 beim Embryo, 140—130 beim Neugeborenen, 130—115 im 1. Jahre, 115—100 im 2., 100—90 im 3., 90—85 im 7., 85—80 im 14. Jahre), im Alter seltener (65—50) vor sich geht, erscheint zuerst an beiden Atrien (und den Anfängen der Lungen- und Körpervenen), ihr folgt die der Ventrikel, und zwar so schnell, dass beide kaum zu unterscheiden sind und die Systole der Atrien der Vorschlag des eigentlichen Herzschlags (der Systole der Kammern) ist.

Bei der Zusammenziehung (Systole), namentlich der Kammern, zeigen sich am Herzen Veränderungen hinsichtlich der Grösse, Form, Derbheit und Lage. Es kriecht nämlich das Herz in sich zusammen und wird dabei praller, derber, kugeliger; es wölbt sich mehr nach vorn und presst sich mit einem Rucke stärker an die vordere Brustwand in der Gegend der 5. und 6. Rippe (etwa zwischen der linken Brustwarze und dem Schwertfortsatze) an (d. i. der Herzstoss), so dass an dieser Stelle bei heftiger Contraction und besonders bei hypertrophischem Herzen der Brustkorb erschüttert und gehoben, oder bei mässiger Gewalt ein oder zwei Zwischenrippenräume sichtbar und fühlbar etwas vorgewölbt werden. Zugleich soll sich (nach *Kürschner*) das Herz bei der Systole etwas von links nach rechts um seine Achse drehen, so dass der linke Ventrikel mehr nach vorn zu liegen kommt. Die Systole der Vorhöfe beginnt (nach *Kürschner*) an der Einmündung der Venen und nicht, wie man allgemein annimmt, an den Herzohren, und zeigt sich mehr nach der Dicke des Atriums, als nach seiner Länge. Während der Zusammenziehung und Verkleinerung der Ventrikel füllen den dadurch freigewordenen Raum (da ein luftleerer Raum im Körper nie entstehen kann), theils die indessen sich mit Blut aus den Venen wieder anfüllenden Vorhöfe, theils bisweilen auch die über denselben liegenden und von der äussern Luft hineinwärts gedrückten Intercostalräume aus. Im letztern Falle sieht man beim Herzstosse über den sich hervorwölbenden Zwischenrippenräumen einige einsinkende. Es scheint übrigens, da man zwei Herzstösse an verschiedenen Stellen und zu verschiedener Zeit (bald nach einander), und zwar in der Zeit nur eines Arterienpulses, beobachtet hat, als ob sich beide Herzhälften auch unabhängig von einander und ungleichzeitig zusammenziehen könnten. Während der Kammersystole (also zu gleicher Zeit mit dem Herzstosse) wird das Blut im Ventrikel gegen dessen Ostien gepresst und dadurch wird einerseits zum völligen Verschluss des *ostium venosum* die Atrio-Ventricularklappe gespannt, was hörbar ist (d. i. der erste oder systolische Herzton), andererseits strömt das Blut durch die arterielle Mündung in die Arterie (*art. pulmonalis* und *aorta*), was nur dann ein Geräusch (systolisches) macht, wenn das *ostium arteriosum* sehr verengt oder mit rauhen Vorsprüngen besetzt ist.

Herzstoss, Herzschlag, *pulsus s. ictus cordis*, Choc des Herzens, d. i. die fühlbare, oft auch sichtbare und selbst hörbare Erschütterung und Erhebung (Vordrängung) eines Theiles der Brustwand (resp. des 5. linken Intercostalraumes), hervorgerufen vom stärkern, ruckartigen Anpressen der vordern Fläche des durch die Systole prall und kugelig gewordenen Herzens an den Thorax. — Die Ursache des Herzstosses wurde früher von verschiedenen Physiologen sehr verschieden angegeben. Einige (*Corrigan, Stokes, Pigeaux, Burdach*) nahmen sogar an, dass er nicht während der Contraction der Kammern, sondern während der Diastole statt finde. So ist auch nach *Kürschner's* Beobachtung der Herzstoss von keinem Momente der Systole abhängig, sondern von der bei der Diastole, also beim Einströmen des Blutes, eintretenden Senkung der Herzspitze hinterwärts, welche dann ein Heben und ein Anschlagen derselben zur Folge hat. Die Ventrikel nämlich, an ihrer Spitze frei und beweglich, sind mit ihrer Basis an die Vorhöfe und grossen Gefässe befestigt, und nehmen in der Diastole das Blut von jenen auf, was sie an diese in der Systole wieder abgeben. Da nun bei dem Einströmen des Blutes die grossen Gefässe gedehnt werden müssen, indem die Spitze des Herzens herabgedrückt wird, so werden dieselben, vermöge ihrer Elasticität, nach geschlossener Klappe wieder in ihre frühere Lage zurückkehren. Die Ventrikel müssen dieser Bewegung folgen und zwar mit um so grösserer Kraft, da sie sich contrahiren und das Blut in der Richtung der arteriellen Mündungen austreiben. — Nach *Gutbrod* ist der Herzstoss Folge des Druckes, den das Blut auf die der Ausflussöffnung gegenüberstehende Wandung des Herzens ausübt. Durch diesen Druck entsteht eine Bewegung des Herzens in der der Ausflussöffnung entgegengesetzten

Richtung und diese Bewegung verursacht den Stoss gegen die Brustwand (ähnlich dem Stossen eines Schiessgewehres). Je mehr Blut und mit je grösserer Schnelligkeit und Kraft dasselbe aus dem Herzen getrieben wird, um so grösser muss der Herzstoss sein. — Einige erklärten denselben durch Verlängerung der Herzkammern während der Systole, oder durch die Streckung des Aortenbogens. — Am verbreitetsten war die Ansicht, dass beim Herzstosse eine Ortsbewegung des Herzens in der Art vor sich ginge, dass das Herz bei der Systole sich der Brustwand nähere und an diese mit seiner, etwas nach vorn umgebeugten Spitze anschnelle, bei der Diastole dagegen sich wieder von der Brustwand entferne. Allein dies ist eine physikalische Unmöglichkeit, indem durch das Losreissen des Herzens von der Brustwand ein luftleerer Raum zwischen beiden entstehen müsste. Auch bringt nicht die Herzspitze den Choc hervor, da diese fast stets von Lunge bedeckt ist, sondern der Körper des Herzens, und zwar mit dem Stücke, welches sich am stärksten vorwölbt. — Ort des Herzstosses: 5. Intercostalraum, etwa in der Mitte zwischen linker Brustwarze und Schwertfortsatz des Brustbeins. Da jedoch das Herz auf dem Zwerchfelle ruht und mit dessen Auf- und Abwärtssteigen sich hebt und senkt, so verändert der Herzstoss auch seine Stelle bei der Respiration etwas. So kann er beim sehr tiefen Einathmen bis zum 6. Intercostalraum sinken und bei starker Exspiration bis zum 4. Zwischenrippenraum in die Höhe steigen. Bei magern Subjecten mit langem Thorax ist der Herzstoss an einer tiefern Stelle, als bei kurzem Thorax, wahrzunehmen.

Bei Krankheiten des Herzens oder der benachbarten Theile kann der Herzstoss tiefer oder höher, mehr links oder mehr rechts als im normalen Zustande bemerkt werden. Es findet sich ein tieferer Anschlag (unter der 6. Rippe): bei Hypertrophie, besonders des linken Ventrikels (bei Krankheiten am *ostium aorticum*); bei Verlängerung oder Erschlaffung der Aorta (Rigidität, Aneurysma); bei Herabdrängung des Zwerchfells (Emphysem, pericardiales und pleuritisches Exsudat). — Höherer Anschlag: beim Hinaufgedrängtwerden des Zwerchfells und Herzens von der Bauchhöhle aus (durch verschobene oder vergrösserte Baucheingeweide, den linken Leberlappen bei rechtseitigem pleuritischen Exsudate, Ascites, Geschwülste, schwangern Uterus); zu Anfange des linkseitigen pleuritischen Exsudates. — Anschlag in der Mittellinie und rechts, bei linkseitigem Emphysem (Anschlag in der Magengrube), Empyem, Hydro- und Pneumothorax; sowie auch beim rechtseitigen Vacuum (durch Verödung der rechten Lunge und Resorption oder Entleerung pleuritischen Exsudates), durch welches das Herz, wie von einem Schröpfkopfe, nach rechts herübergezogen wird. Bisweilen ist die Dextrocardie angeboren. — Anschlag mehr nach links: bei horizontaler Lage des hypertrophischen und breitern Herzens (bei Krankheiten am linken *ostium venosum*); bei Verödung der linken Lunge.

Die Stärke des Herzstosses ist auch im gesunden Zustande sehr vielfachen Modificationen unterworfen, da sehr leicht psychische und somatische Einflüsse einen Reflex auf die Herznerven nach sich ziehen können. Andauernd und deutlich sichtbar verstärkter Herzstoss deutet auf Hypertrophie des Herzens. — Was die Breite des Herzstosses betrifft, so nimmt die Erhebung der Thoraxwand in der Regel nur einen Intercostalraum ein und ist mit einer oder höchstens 2 Fingerspitzen zu bedecken. — Der Rhythmus des Herzstosses (welcher regelmässig oder unregelmässig, intermittirend oder intercurrirend sein kann), auf den man in früheren Zeiten zur Erkennung von Herzkrankheiten sehr viel Gewicht legte, ist in der That von geringer Bedeutung, da derselbe bei Herzkrankheiten ganz regelmässig bleiben kann, während die grösste Unregelmässigkeit des Rhythmus nicht selten bei vollkommen gesundem Herzen beobachtet wird. Er ist, wie die Stärke des Herzstosses, von Nerveneinwirkung abhängig und deshalb vielen Modificationen unterworfen (s. später bei Arterienpuls).

Verstärkter Herzstoss findet sich (anhaltend oder re- und intermittirend, hebend, undulirend, oder erschütternd) entweder in Folge vermehrter Thätigkeit der Nerven oder der Muskelfasern des Herzens: bei Hypertrophie mit und ohne Klappen- und Ostienfehler; bei Ueberfüllung des rechten Herzens mit Blut; zu Anfange der Peri- und Encarditis. — Die undulirende Herzbewegung deutet auf ein grosses Herz, infiltrirtes Lungenstück über dem Herzen oder auf einen fremden Körper zwischen Herz und Thoraxwand. — Bisweilen ist der Herzstoss schon aus der Ferne hörbar (bei elastischer, mitvibrirender Brustwand). — Umfänglicher Herzstoss (unter mehrern Fingerspitzen fühlbar): bei Zunahme des Volums des Herzens durch Hypertrophie oder Dilatation; bei Verwachsung des Herzens mit dem Herzbeutel; bei Verdichtung der über-

liegenden Lungenportion. — **Schwächerer Herzstoss**: bei geringer Energie der Nerven und Muskeln des Herzens (Dilatation, Peri-, Myo- und Encarditis u. s. w.); bei Zwischenlagerung einer Flüssigkeit oder der lufthaltigen Lunge zwischen Herz und Brustwand (bei pericardialem Exsudate, Emphysem).

b. **Diastole.** Nach vollendeter Zusammenziehung der Ventrikel erschlaffen die Fasern derselben und indem dann das Blut aus den Atrien durch die *ostia venosa* in die Kammern einströmt, werden diese ausgedehnt, so dass also die Ausdehnung (Diastole) von dem einströmenden Blute selbst veranlasst und nicht durch eigene Muskelfasern bewirkt wird (demnach kein activer Zustand, wie die Systole, ist). Das Einströmen des Blutes aus dem Atrium in den Ventrikel geschieht nur dann mit einem Geräusche, wenn die venöse Mündung verengt oder mit Rauhheiten besetzt ist. In Folge der Diastole der Kammern werden die Atrio-Ventricularklappen mit Hülfe der *chordae tendineae* vom *ostium venosum*, was sie bei der Systole verschlossen, abgezogen. Während der Ausdehnung der Ventrikel aber ziehen sich die Arterien zusammen und es schliessen sich die Semilunarklappen durch das nach dem *ostium arteriosum* zurückgepresste Blut. Dieses Schliessen und Schwingen der arteriellen Klappen erzeugt einen in der Arterie (*art. pulmonalis* und *aorta*), sowie im Ventrikel hörbaren Ton (d. i. der 2. oder **diastolische Herzton**). Während der Erschlaffung der Ventrikel liegt das Herz, ausgedehnt von Blut, breit und lang, aber platt und schlaff in der Brust, seinen rechten Ventrikel gegen die vordere Thoraxwand gekekrt. Nach *Kürschner* geht bei der Diastole die Spitze des Herzens nach links, weil sich das Herz von rechts nach links um seine Achse rotirt.

Momente der Herzthätigkeit. Die Systole geschieht in beiden Herzhälften zu gleicher Zeit und in gleicher Ordnung; ebenso die Diastole; die Atrien und Ventrikel vollenden hierbei gleichzeitig entgegengesetzte Bewegungen. Es lassen sich folgende Momente denken: 1) Die Atrien treten in Diastole und nehmen Blut aus den Venen auf, während die Ventrikel in der Systole begriffen sind und sich entleeren; ein Zustand, in dem die Atrien $^3/_4$ der Zeit von einem Pulsschlage zum andern verharren, während die Contraction der Ventrikel etwa die Hälfte der Zeit von einem Pulsschlage zum andern einnimmt. 2) Hierauf treten die Kammern in Diastole (was die Hälfte der Zeit von einem Pulsschlage zum andern dauert) und fangen an, sich mit Blut aus den ebenfalls noch in Diastole begriffenen Atrien zu füllen; 3) dann endlich tritt die Systole der Atrien ein, wodurch die Kammern auf den höchsten Punkt der Diastole gebracht werden, und welche keinen andern Zweck zu haben scheint, als die Kammern durch den Stoss des Blutes zur Zusammenziehung zu bestimmen. Auf dieses 3. Moment (die Contraction der Atrien), welches etwa den 4. Theil der Zeit von einem Pulsschlage zum andern bildet, folgt aber unmittelbar wieder das erste und beide Momente gehen so schnell vorüber, dass sie zusammen eine ungleich kürzere Dauer haben als das zweite; die Contraction der Atrien beginnt also im letzten Theile der Ausdehnung der Ventrikel. — **Beim Einströmen des Blutes in das erweiterte Atrium** füllt sich das Herzohr zuletzt; bei der **Contraction des Vorhofs**, welche von der Basis gegen den Ventrikel geht und meist durch Längenfasern geschieht, so dass das, mit einem sehnigen Rande umgebene *ostium venosum* nicht geschlossen, ja noch erweitert werden kann, wird der Rückfluss des Blutes in die Venen (ausgenommen in die Herzvene, deren *ostium* durch die *valvula Thebesii* geschlossen werden kann) theils durch die Zusammenziehung der Vorhofswände, theils durch das Anströmen des in dem Venensysteme enthaltenen Blutes, sowie in die *v. cava superior* durch

die Schwere der Blutsäule, verhindert. Es muss das Blut also durch das offene *ostium venosum* (nach welchem hin es auch durch die knieförmige Einmündung der untern Hohlader und das *tuberculnm Loweri* dirigirt wird) in den Ventrikel herabfliessen, welches die an dieser Oeffnung befindliche Klappe trichterförmig öffnet, nach der Wand der Kammer hindrückt und damit zugleich das durch die *valvulae semilunares* geschlossene *ostium arteriosum* verdeckt, so dass kein Blut eher in die Arterie gelangt, als bis sich die Kammer vollständig gefüllt hat. — Zieht sich nun der Ventrikel zusammen, so drückt er das Blut von der Spitze gegen die an seiner Basis befindlichen 2 *ostia;* das *ostium venosum* wird so von der aufwärts gedrängten Klappe (*tricuspidalis* und *mitralis*) verschlossen, das *ostium arteriosum* dagegen geöffnet, indem das Blut die *valvulae semilunares* aufwärts in die Höhle der Arterie hinein und gegen die Wand derselben drückt. Manche glauben, dass ein Rückfluss des Blutes zwischen Ventrikeln und Atrien in geringem Grade stattfindet, und zwar mehr in der rechten als linken Hälfte; der Rückfluss aus den Arterien in die Ventrikel ist dagegen ganz verhindert.

Klappenapparat im Herzen. Man trifft im Herzen auf einen doppelten, für den Blutlauf höchst wichtigen Klappenapparat, von denen sich der eine an den *ostia venosa* (die venösen oder Atrio-Ventricularklappen: *valvula tricuspidalis* und *mitralis*), der andere an den *ostia arteriosa* (die arteriellen oder Semilunarklappen: *valvulae pulmonales* und *aorticae*) befindet. Beide befinden sich stets in entgegengesetzter Thätigkeit, denn während sich die venösen Klappen schliessen, öffnen sich die arteriellen und umgekehrt. Die ersteren (venösen) Klappen verhindern bei der Zusammenziehung der Kammern den Rückfluss des Blutes aus den Ventrikeln in die Atrien; die letzteren (arteriellen) bei der Contraction der Arterien das Rückströmen aus diesen in die Ventrikel. Es gibt jedoch krankhafte Zustände, bei denen diese Klappen den Rückfluss nicht verhindern können, d. i. die Insufficienz der Klappen. Die genannten Klappen wirken übrigens wie die Ventile in künstlichen Druck- und Saugwerken; sie werden durch die Druckkraft der Flüssigkeit (des Blutes) selbst zur rechten Zeit geöffnet oder geschlossen.

Der venöse Klappenapparat (s. Bd. I. S. 334) stellt einen vom *ostium venosum* in den Ventrikel hineinragenden hohlen Kegel dar, der aus mehrern einzelnen Stücken bestehend, sich bei der Systole der Ventrikel schliessen, bei der Diastole öffnen kann. Natürlich muss dieser Klappenapparat im Verlaufe der Systole, nach der Dauer und dem Grade derselben, seine Form und Lage verändern. Während nämlich zu Anfange der Kammerdiastole beim Einströmen des Blutes aus dem Atrium in den Ventrikel, die venöse Klappe trichterartig, immer tiefer in die Höhle des Ventrikels hinein gedrängt wird, das Klappensegel zusammengerollt ist und die Säume desselben nicht entwickelt sind, wird dieselbe mit der steigenden Füllung des Ventrikels, rings vom Blute umflossen, schon durch den Druck des Blutes, welchen die Wände der Kammer (wenn sie durch das in sie eingetriebene Blut gespannt werden) vermöge ihrer Elasticität hervorbringen, immer mehr nach dem *ostium venosum* hinauf gedrängt und zuletzt durch die Muskelkraft bei der Zusammenziehung des Ventrikels, unter Entwickelung des Klappensegels und seiner Säume, vollkommen geschlossen. Dieser Schluss (oder die bei demselben zu Stande kommende Vibration der venösen Klappe, nach *Hamernjk*) ist die Ursache des I. (systolischen) Herztones. Damit bei diesem Klappenspiele die freien Ränder der Klappen nicht durch die Ostia (das venöse sowohl wie auch arterielle) hinausgestülpt werden können, sind dieselben höchst zweckmässig (nach Art eines Regenschirms) durch die *chordae*

tendineae und *mm. papillares* an die Kammerwand befestigt. Durch die Contraction (Verkürzung) und Erschlaffung (Verlängerung) der Papillarmuskeln bei der Systole und Diastole des Ventrikels wird die Länge der Sehnenfäden stets dem Verhältnisse zwischen Kammerwand und Klappe entsprechend erhalten.

Action der venösen Klappen, nach *Kürschner*. Die Klappen an den *ostiis venosis* (rechts die *tricuspidalis*, links die *mitralis*), deren Bau S. 334 beschrieben wurde, sind während der Diastole rings von Blut umgeben (liegen nicht an der Kammerwand an, wie man glaubte); die Papillarmuskeln fixiren dieselben gegen den Andrang des Blutes und geben ihnen eine feste Stellung; dagegen wird das Klappensegel bei der Contraction des Vorhofs von den Sehnen erster Ordnung entfernt und so am Rande des Vorhofs gestellt, als wäre es nach vollständiger Ausbreitung nicht herabgesunken, sondern gegen den *limbus cordis* hin zusammengeschoben worden. Die Muskeln also, die vom Vorhofe aus in das Klappensegel treten, bringen eine solche Veränderung in der Form der Klappe hervor, durch welche es erst möglich wird, dass das Blut die Klappe entfaltet. Nur das Blut bringt nämlich die Entwickelung der Klappe erst zu Stande, da die Säume derselben durch eine Muscularaction durchaus nicht entwickelt werden können. Es wird demnach das Klappensegel bei der Contraction des Vorhofs gespannt und gerichtet, mit der Contraction des Ventrikels in der bewegten Blutmasse durch kräftiges Anziehen der Sehnen erster Ordnung festgestellt, dass es in dem Strome nicht weichen und wanken kann; vom Blute aber, indem dieses an ihm vorbeifliesst und dagegen drückt, wird es vorgeschoben, in allen seinen Theilen (nach und nach) entfaltet, und vor dem *ostium venosum* ausgebreitet. Dabei legen sich die umgeworfenen Ränder der einzelnen und einander genäherten Lappen an einander und schliessen so die Spalten zwischen diesen Lappen vollständig. Durch diese Einrichtung erreicht die Klappe eine solche Vollkommenheit, dass es bei normalen Verhältnissen rein unmöglich ist, dass sie in irgend einem Falle ihren Zweck, das *ostium venosum* zu verschliessen, nicht erfüllen sollte; ihr Umfang entspricht immer dem Umfange des *ostium*, mag dieses vom Blute weit ausgedehnt werden oder nur eine geringe Menge fassen. Nun hat aber diese Klappe nicht blos zum Zwecke, den Rückfluss des Blutes zu hemmen, sondern es kann durch dieselbe auch nur allein eine vollständige Entleerung des Ventrikels bewirkt werden. Sie wird nämlich während der Systole des Ventrikels durch das in das Atrium einströmende Blut kegelförmig herabgedrückt und dieser von der Klappe umhüllte und immer wachsende Blutkegel schiebt vom Atrium aus auch den letzten Blutstropfen im Ventrikel unter die drückende Wandung. Läge die Klappe während der ganzen Systole unverändert im *ostium*, so würde immer Blut in dem Ventrikel zurückbleiben, denn wäre das Blut bis zu einer gewissen Höhe über der Klappe ausgetrieben, so könnte die Wandung des Ventrikels nicht mehr darauf wirken. Auch für die Diastole ist diese Klappe nicht ohne Bedeutung; sie bewirkt hier, dass das Blut beim Einströmen dann auf alle Punkte des Ventrikels drückt und ihn nach allen Richtungen hin gleichmässig ausdehnt.

Nach *Baumgarten* werden die venösen Klappen durch den von der Systole der Vorhöfe plötzlich vermehrten Druck des Blutes der Kammern und den so bewirkten Gegendruck desselben geschlossen. Während der Diastole füllen sich nämlich die Kammern continuirlich bis zur neuen Systole und sind zur Zeit der Contraction der Vorhöfe bereits ausgedehnt, und somit müssen die venösen Klappen ihres geringen specifischen Gewichtes wegen schon vor der Systole der Atrien an der Oberfläche des Inhaltes der Kammern schwimmen. Dies zeigt sich auch am ausgeschnittenen, mit Wasser gefüllten Herzen, wobei die Form der schwimmenden Klappe einem Trichter ähnlich ist, der mit der Form der Kammer verglichen werden kann, weil ihre Basis oder der Klappenring breiter ist und die Lappen (Zipfel) tiefer liegend einander fast berühren; hierbei sind die Klappensäume noch etwas aus einander stehend. In dieser Stellung sind die centralen Portionen der Lappen vorgewölbt, gegen die Mitte der Kammern und ihre Säume gegen die Kammerwände, also nach aussen, umgeschlagen oder eingerollt, weil ihre Sehnenfädchen (jene der 3. Ordnung) erschlafft sind und die zarten Säume nach abwärts ziehen. So verhalten sich die venösen Klappen unmittelbar vor der Contraction der Atrien. Bei dieser nun wird das Blut stärker gegen die Kammer gedrängt, diese so weit als möglich ausgedehnt, worauf sich der Druck des Kammerblutes ausgleicht, mithin auch jener des hinter und unter der Klappe befindlichen Blutes grösser wird. Dadurch wird die Klappe nach innen und oben (dahin, wo der Druck nachgelassen hat), gegen das *ostium venosum* gedrängt, und zwar mit der grössten Geschwindigkeit. Durch diese Bewegung werden natürlich alle Lappen der Klappe aufgebläht, ihre Säume aufgerollt, die Klappe geschlossen. Hierbei wird das Blut, was über dem Klappentrichter lag, mässig gegen den Sinus des Vorhofs gedrängt, welche Bewegung durch jene unter der Klappe vor sich gehende unterstützt wird.

Hamernjk, welcher die *Baumgarten*'sche Ansicht über den Mechanismus, nach welchem die venösen Klappen geschlossen werden, theilt, sagt: bei dem Verschlusse dieser Klappen ist insbesondere der nach aussen um den Klappentrichter gelegene Raum, d. h. das Blut, welches sich am obersten Theile der Kammer oder zwischen der äussern Fläche der venösen Klappe und der Kammerwand befindet, von der grössten Wichtigkeit, weil dieses die Säume und Zipfel der Klappe von aussen nach innen drängt, dieselben aufrollt und entfaltet und auf eine Weise zum Schlusse bringt, dass aus der Kammer keine Regurgitation des Blutes möglich wird. Der von diesem Blute kommende Druck verschiebt mittels der Klappe das *ostium venosum* in der Richtung von aussen nach innen, etwa wie ein Riegel den Deckel eines vollgefüllten Gefässes, weil nur auf diese Weise die Regurgitation vollständig verhütet wird. Die oberste Partie der Kammer ist auch in der Gegend der äussern oder ventriculären Fläche der venösen Klappe am weitesten, stellenweise gleichsam ausgebuchtet, indem auch die Kammerwand an diesen Stellen etwas dünner ist, als etwa in der Mitte derselben. Dieser erweiterte, ausgebuchtete Theil der Kammer entspricht den *sinus Valsalvae* am Anfange der Arterienstämme

und könnte ebenso genannt werden (s. später bei den arteriellen Klappen). — *Weber's* Ansicht über das Schliessen der venösen Klappen s. später beim arteriellen Klappenapparate.

Die **arteriellen** oder **Sigmoidal-Klappen**, die *valvulae semilunares* am *ostium aorticum* und *pulmonale*, werden bei der Contraction der Ventrikel von dem anströmenden Blute, welches wegen Verschlusses des *ostium venosum* mittels der venösen Klappen keinen andern Ausweg als durch das *ostium arteriosum* findet, aus einander und gegen die innere Fläche der Arterie gedrängt. Doch legen sich diese Klappen hierbei eben so wenig fest an die Arterienwand an, wie die venösen Klappen beim Herabfliessen des Blutes aus dem Vorhofe in die Kammer an die Ventrikelwand, sondern sie nähern sich nur den Sinuositäten *(sinus Valsalvae)*, welche sich am Anfangsstücke der Arterien befinden und mit Blut erfüllt bleiben, so dass die arteriellen Klappen, wie die venösen, beim Durchströmen des Blutes ringsum von Blut umgeben sind. Durch die von der Contraction des Ventrikels veranlasste stärkere Anfüllung der Arterie und resp. der *sinus Valsalvae* werden mittels des Druckes der gespannten Arterienwand auf das Blut die Semilunarklappen einander nach und nach genähert und, lässt sodann die Systole des Ventrikels nach, tritt die Contraction der Arterie ein, so wird theils durch das zurückfliessende Blut, theils durch den stärkern Druck der Wand der Sinus auf das Blut der arterielle Klappenapparat vollkommen geschlossen. Manche glauben, dass zuerst die Systole der Kammer zu Ende sein müsse, ehe die Contraction der Arterien beginne und durch diese zuletzt die Semilunarklappen verschlossen würden (wobei es natürlich stets zu einiger Regurgitation des Blutes kommen muss).

Kürschner vermuthet in den Semilunarklappen Muskelfasern oder doch fibröses Gewebe, welches mit der Muskelmasse des Ventrikels in Verbindung steht, so dass bei der Contraction der letztern auch diese Taschenventile gespannt und aus einander gezogen werden müssen, während sie beim Erschlaffen der Ventrikel ebenfalls schlaffer werden und deshalb leichter zurücksinken können.

Nach *Hamernjk* ist der Mechanismus, nach welchem die arteriellen Klappen geschlossen werden, ganz derselbe wie bei den venösen Klappen (s. vorher), und bei demselben spielen die *sinus Valsalvae* eine bedeutende Rolle. Wie nämlich der Inhalt der Arterienstämme durch den neuen Zuwachs bei der Systole der Kammer eine gewisse Spannung erlangt hat, werden eben hierdurch die arteriösen Klappen geschlossen und zwar insbesondere durch den von den *sinus Valsalvae* oder in der Richtung von aussen nach innen kommenden Druck des Blutes. Die arteriellen Klappen müssen also jedesmal dann geschlossen werden, wenn durch die Systole der Kammer die Arterie ihre grösste Ausdehnung erlangt hat. Die Kammer wird übrigens durch die Systole eben so wenig wie der Vorhof ganz leer, sondern es bleibt nach einer Systole in der Kammer um so mehr Blut zurück, je grösser der zur Systole der Kammer proportionale Widerstand der arteriellen Blutsäule oder des Inhaltes der Arterien ist. Der jedesmalige Widerstand der arteriellen Blutsäule bedingt demnach das Ende der Kammersystole (in Folge des Schlusses der Semilunarklappen). Der momentane Verschluss des *ostium arteriosum*, sowie des *venosum* ruft also das Aufhören der Contraction des Ventrikels, sowie des Atriums hervor, und die Dauer der Systole einer Herzwand ist nicht in derselben als solchen begründet.

Weber sagt: die **venösen Klappen** werden schon durch den Druck des Blutes, welchen die Wände der Ventrikel (wenn sie durch das in sie eingetriebene Blut gespannt werden) vermöge ihrer Elasticität hervorbringen, geschlossen und die Zusammenziehung der Ventrikel durch Muskelkraft bewirkt nur, dass diese Schliessung jener Klappen fortdauert. Die Systole der Atrien trägt deshalb nur mittelbar zum Schliessen dieser Klappen bei, insofern sie nämlich einen Theil des in ihnen enthaltenen Blutes in die Ventrikel pressen und dadurch diese ausdehnen und spannen. Wenn nun bei nachlassender Contraction der Atrien das Blut in den Ventrikeln von den gespannten elastischen Wänden derselben stärker gedrückt wird, als das noch in den Atrien befindliche Blut von diesen, so müssen sich die Klappen verschliessen. So lange aber noch der Druck, den das in den Atrien befindliche Blut durch die Zusammenziehung der Atrien erlitt, grösser war, als der Druck, unter dem sich das Blut in den Ventrikeln befand, so lange öffnete sich das Blut der Atria den Weg in die Ventrikel, indem es die Zipfel der Klappen ein wenig aus einander trieb. Es verhält sich mit den **Semilunarklappen** beinahe eben so. Diese werden stets nur durch die Elasticität der gespannten Arterien, niemals durch Muskelkraft geschlossen. So lange sich die Ventrikel mit Kraft zusammenziehen, befindet sich das Blut in den Ventrikeln unter einem stärkeren Drucke, als das Blut der Arterien und es öffnet sich daher der Weg, indem es die Klappen ein wenig aus einander drängt. Indem aber die Zusammenziehung nachlässt, wird endlich der Druck, den das in den gespannten elastischen Arterien gepresste Blut ausübt, grösser als der des Blutes in den Ventrikeln, oder der der Wände der Ventrikel, und so schliesst alsdann jenes die Klappen.

Die **Quantität des Blutes**, welche durch eine Systole aus dem Herzen getrieben wird, lässt sich nicht einmal annäherungsweise schätzen.

Die Aortenkammer fasst im Durchschnitte über ℥jß Blut, und da sie weniger als die rechte Kammer zurückstossen soll, so könnte man annehmen, dass sie diese Quantität auch in die Aorta presst. Die Lungenkammer fasst über ℥jj und wenn sie davon über ℥ß in das Atrium zurücktreibt, so bringt sie ℥jß Blut in die Lungenarterie, so dass also dann beide Ventrikel eine gleiche Menge Blut austreiben. — Dass sich diese Sache aber so verhalte, ist sehr zweifelhaft, da man kaum glauben kann, dass sich die Kammern bei ihrer Systole ganz, oder bis auf einige Tropfen entleeren und bei der Diastole wieder ganz füllen. Eher lässt sich wohl mit *Hamernjk* annehmen, dass der Unterschied im Inhalte der Kammern während der Diastole gar nicht so bedeutend sei und dass bei einer Systole nur ein kleiner Theil desselben weiter befördert werde. (Sowie aus den Lungen bei der Exspiration auch nicht alle Luft ausgetrieben wird.) Auch im Herzen findet sich, wie im übrigen Gefässsysteme, eine ununterbrochene Blutsäule und zwischen diese sich continuirlich weiter bewegende Säule schieben sich dann zeitweise, je nach der Contraction der Herz- oder Arterienwände die venösen oder arteriellen Klappen vor. Die Herzwände (vorzugsweise die der Ventrikel, weniger die der Atrien) geben aber durch ihre Contraction der sich continuirlich weiter bewegenden Blutsäule von Zeit zu Zeit einen Stoss, und die Function des Herzens scheint mehr die eines Accelerators, als die des alleinigen *principium movens* für den Blutlauf zu sein. Es kann wahrscheinlich von einer eigentlichen Unterbrechung der Blutsäule im Herzen bei der Systole gar keine Rede sein; auch werden ohne Zweifel die Klappen nicht jederzeit gleichmässig geöffnet, sondern jedesmal nur so viel, als der Unterschied des Druckes der vor oder hinter ihnen liegenden Blutsäule beträgt.

Herztöne. Bei normaler Herzthätigkeit hört man in der Herzgegend, über jedem Ventrikel, 2 Töne, von denen der eine mit der Systole (also mit dem Herzstosse und Arterienpulse), der andere mit der Diastole der Kammer zusammenfällt. Beide Töne haben ein scharf begränztes, accentuirtes Ende und ähneln den Klappen eines Ventils. Jener, d. i. der erste oder systolische Herzton, ist etwas ausgedehnter, stärker und dumpfer, der andere, d. i. der zweite oder diastolische Herzton, ist kürzer, heller, klappender als der erste. Beide Töne, welche sich also zusammen wie ein Trochäus (— ◡) verhalten und von einem Herzstosse zum andern vernommen werden, folgen sich in ziemlich gleichem Tempo; jedoch scheint (wegen der verschiedenen Stärke beider Töne) dem Ohre der Zwischenraum zwischen dem 1. und 2. Tone kleiner zu sein, als die Pause nach dem 2. Tone, zwischen dem 2. und wiederfolgenden 1. Tone. Die Bedingungen der 2 Herztöne, sowie ihr Rhythmus, sind in beiden Ventrikeln dieselben; doch unterscheiden sich die Töne des rechten Ventrikels von denen des linken insofern ein wenig, als der 1. rechte Ventrikelton etwas schwächer und weniger accentuirt ist als der 1. Ton im linken Ventrikel. Von grösster Wichtigkeit für die Erkennung von Herzkrankheiten (Klappen- und Ostienfehlern: Insufficienzen und Stenosen) ist es, die Veränderungen der Herztöne (ihre Umwandlung in Geräusche) beurtheilen zu können und sich dabei stets zu erinnern, was während eines Tones im Herzen vorgeht. Es ist übrigens zu bedenken, dass die Herztöne bei verschiedenen gesunden Individuen nicht denselben Grad von Deutlichkeit und Stärke haben; dass sie bei dem Einen kaum zu vernehmen und nicht scharf begränzt, bei dem Andern dagegen sehr hell, selbst klingend sind; dass sie bisweilen kaum in der Herz-

gegend zu hören, bisweilen aber fast an der ganzen vordern Fläche des Thorax vernommen werden.

Beim ersten Herztone zieht sich der Ventrikel zusammen (deshalb systolischer Ton), treibt das Blut gegen die venöse Klappe (*valvula tricuspidalis* im rechten, *v. mitralis* im linken Ventrikel) und durch das *ostium arteriosum* in die Arterie (*art. pulmonalis* und *aorta*). Ist dieser systolische Ton normal, dann ist die venöse Klappe und das arterielle Ostium gesund. Findet sich anstatt dieses Tones ein Geräusch (systolisches), dann kann die venöse Klappe oder die arterielle Mündung leiden (Insufficienz der venösen Klappe oder Stenose des arteriellen Ostiums). — Beim zweiten Herztone dehnt sich der Ventrikel aus (deshalb diastolischer Ton), das Blut fliesst aus dem Atrium durch das venöse Ostium herab in den Ventrikel und die Semilunarklappen schliessen sich. Ist dieser diastolische Ton normal, dann ist die venöse Mündung und die arterielle Klappe gesund. Findet sich anstatt des 2. Herztons ein Geräusch (diastolisches), dann kann die venöse Mündung oder die arterielle Klappe krank sein (Stenose des venösen Ostiums oder Insufficienz der Semilunarklappen).

Ursachen der Töne. Ueber die Entstehung der Herztöne sind eine grosse Menge von Theorieen aufgestellt worden und noch heute ist man darüber nicht ganz im Klaren. Der Wahrheit am nächsten dürfte wohl folgende Erklärung des ersten Herztones kommen: bei der Systole des Ventrikels wird die dem *ostium venosum* schon genäherte und gespannte Atrio-Ventricularklappe durch den von der Contraction der Kammerwand erzeugten Stoss auf die Blutsäule vollkommen geschlossen und dabei in tönende Schwingungen versetzt. Dieses Schliessen und Vibriren bedingt den I. Ton; je zarter, gespannter die Klappe, desto schärfer begränzt und klappender ist derselbe. Die Ursache des zweiten Herztones war lange Zeit noch dunkler als die des ersten, doch hat sich aus pathologischen Zuständen im Herzen ergeben, dass dieser 2. Ton vom Schliessen (und Vibriren) der Semilunarklappen abhängig ist. Am deutlichsten zeigt sich dies bei dem höhern (asphyctischen) Grade der Cholera, wo mit dem Schwächerwerden und Schwinden des Pulses auch der 2. Herzton schwach wird und endlich wegfällt. Demnach sind beide Herztöne „Klappentöne", der erste vom venösen, der zweite vom arteriellen Klappenapparate erzeugt. Krankheiten (vorzüglich Insufficienz) dieser Klappen ändern die resp. Töne in Geräusche (von sehr verschiedener Beschaffenheit) um. Die hauptsächlichsten über die Ursachen der Herztöne aufgestellten Ansichten sind die folgenden.

Lännec behauptete: der 1. Ton werde durch die Zusammenziehung der Kammern, der 2. durch die der Vorhöfe hervorgebracht; ohne aber die Art der Entstehung näher anzugeben. — Nach *Hope* entstehen beide Töne durch Schwingungen des Blutes. — Nach *Magendie* wird der 1. Ton durch das Anschlagen der Herzspitze an die Brustwand bei der Systole, der 2. Ton durch das Anschlagen der vordern Fläche des rechten Ventrikels bei der Diastole hervorgebracht. — *Rouanet* erklärte den 1. Ton durch die Anspannung der Vorhofsklappen während der Systole der Kammern, den 2. durch die Spannung der Semilunarklappen bei der Contraction der Arterien während der Diastole der Kammern. — *Bouilland* theilt *Rouanet's* Ansicht, nur glaubt er den 1. Ton zum Theil auch noch von dem plötzlichen Anschlagen der Semilunarklappen gegen die Arterienwand, und den 2. noch vom Anschlagen der venösen Klappe gegen die Ventrikelwand mit erzeugt. — *Williams* leitet den 1. Ton von den Vibrationen ab, in welche die Wände der Ventrikel und die Vorhofsklappen durch die Anspannung während der Herzcontraction versetzt werden; der 2. Ton soll durch den Stoss der arteriellen Blutsäule gegen die Semilunarklappen entstehen. — Das *Dubliner Comité* zog aus Vivisectionen folgende Schlüsse: 1) die Töne werden nicht durch die Berührung der Herzkammern mit dem Brustbeine hervorgebracht, sondern durch Bewegungen im Herzen und in seinen Gefässen. 2) Das Brustbein und die Vorderseite des Thorax vermehren durch ihre Berührung mit den Ventrikeln die Vernehmlichkeit der Töne. 3) Der 1. Ton ist mit der Systole der Ventrikel verbunden und mit ihr von gleicher Dauer. 4) Die Ursache des 1. Tones beginnt und endet mit der Systole der Ventrikel, und ist während der Fortdauer der Systole in beständiger Wirksamkeit. 5) Der 1. Ton ist nicht vom Schliessen der venösen Klappe abhängig, da eine solche Bewegung der Klappen nur im Anfange der Systole stattfindet und von weit kürzerer Dauer ist, als die Systole. 6) Der 1. Ton wird nicht hervorgebracht durch das Aneinanderreiben der innern Flächen der Ventrikel, da eine solche Reibung nicht eher stattfinden kann, als bis das Blut aus den Ventrikeln herausgetrieben ist, da doch der 1. Ton mit dem Beginne der Kammersystole anhebt. 7) Der 1. Ton wird entweder durch das rasche Strömen des Blutes über die unregelmässigen Innenflächen der Ventrikel, beim Laufe desselben nach den Arterienmündungen hin, oder durch das Muskelgeräusch der Ventrikel, oder wahrscheinlich durch diese beiden Ursachen zusammen hervorgebracht. 8) Der 2. Ton fällt mit dem Aufhören der Systole der Ventrikel zusammen, erfordert zu seiner Fortdauer die Integrität der Semilunarklappen und scheint durch die plötzliche Hemmung hervorgebracht zu werden, welche durch die Wirkung dieser Klappen auf die Bewegung der Blutsäule verursacht wird, die nach jeder Zusammenziehung der Ventrikel vermöge der Elasticität der Arterienstämme stattfindet. — Nach *Gendrin* wird das Blut

in den Ventrikeln durch die Kammersystole in Schwingungen versetzt, die gegen die Spitze des Herzens zu convergiren und sich den Herzwandungen mittheilen. Dadurch entsteht der 1. Ton. Mit der Kammerdiastole stürzt das Blut in die Ventrikel; darin strömt es zuerst nach abwärts gegen die Spitze, von da nach aufwärts und stösst zuletzt an der Basis des Herzens gegen die Herzwände. Dieser Stoss macht den 2. Ton. — *Cruveilhier* hält den Ursprung der Pulmonalarterie und Aorta für die Erzeugungsstelle beider Töne; der 1. Ton ist durch das Aufrichten der Semilunarklappen bedingt, der 2. durch das Herabgedrücktwerden derselben.

Skoda erklärt den ersten Herzton durch die plötzliche Unterbrechung der Blutströmung gegen den Vorhof in Folge der Aufblähung der venösen Klappe, also durch das Anschlagen des Blutes gegen diese Klappe. Die Spannung, in welche die Klappe durch den Druck des Blutes plötzlich versetzt wird, trägt ohne Zweifel zur Erzeugung des I. Tones das Meiste bei. Ein I. Ton an der Stelle, wo die Herzspitze anschlägt, kann aber nach *Skoda* offenbar zuweilen durch das Anschlagen der Herzspitze gegen die Brustwand entstehen. Das Muskelgeräusch des Herzens trägt wohl kaum zur Bildung des I. Tones bei. Den zweiten Herzton erklärt *Skoda* zwar durch den Anschlag des Blutes gegen die Semilunarklappen, doch meint er, dass ein 2. Ton wohl auch durch den Anschlag des Blutes gegen die Kammerwandung während der Diastole der Ventrikel entstehen könne, und dass es nicht unwahrscheinlich sei, dass der 2. Ton in der Gegend der Herzspitze zuweilen durch das Losreissen der am Pericardium etwas anklebenden Herzspitze, oder durch Losreissen des durch die Herzspitze während der Kammersystole gegen die Brustwand gedrückten Theiles des Pericardiums während der Kammerdiastole entstehe.

Valentin sagt: „Die Ursache der Herztöne ist bis jetzt noch nicht unzweifelhaft nachgewiesen. Physikalische, physiologische und pathologische Gründe stimmen aber darin überein, dass beide wahrscheinlicher Weise Ventiltöne sind und dass der I. Ton von der Schliessung der venösen Klappen im Momente der Systole und der 2. von der der halbmondförmigen Klappen im Augenblicke der Diastole der Kammer herrührt. Wie sich nämlich die Ventrikel zusammenziehen, werden die venösen Klappen gespannt; sie bilden dann ausgedehnte Membranen, welche durch die nachdrückenden Blutwellen in Schwingungen versetzt werden. Diese Schallwellen theilen sich entsprechend dem Blute mit und pflanzen sich durch die übrigen Organe des Thorax nach aussen fort. Im Momente der Diastole der Kammern stellen sich die Semilunarklappen und werden bei ihrer Schliessung durch die Blutsäule, welche in den elastisch zurückspringenden Arterien enthalten ist, ebenfalls zum Vibriren gebracht. Die Differenz der Structur und Grösse der Segelventile des Herzens und der Taschenventile der Arterien, sowie die Verschiedenheiten des Druckes erzeugen Unterschiede in den beiden Tönen (im normalen und abnormen Zustande). Da im Normalzustande die Spannung der Atrio-Ventricularklappen, sowie die Energie der Kammersystole unter mannichfachen Verhältnissen eine sehr abweichende ist, die auf die Semilunarklappen einwirkenden Momente dagegen mehr die gleichen bleiben, so ändert sich auch im gesunden Zustande der I. Ton häufiger und bedeutender als der zweite.

Günther behauptete ganz neuerlich noch, dass der I. Herzton ganz gleich sei dem Tone, den man bei der Zusammenziehung jedes nicht zu grobfaserigen Muskels wahrnimmt, dass dieser Ton mit der Systole beginnt und mit ihr aufhört, dass man ferner denselben an ausgeschnittenen und blutleeren Herzen hört, dass man also genöthigt sei, den I. Herzton der Hauptsache nach für Muskelgeräusch zu halten, welches aber noch durch die Entwickelung der Atrio-Ventricularklappe und den Stoss des Blutes gegen dieselbe, sowie durch den mit der Systole zusammenfallenden Stoss des Herzens gegen die Brustwand und die Resonanz des Brustkastens verstärkt werde. [Allein das Muskelgeräusch gleicht dem Papier- oder Lederknarren *(bruit de cuir)* und an ausgeschnittenen leeren Herzen konnte nur von Wenigen ein dem I. Herztone ähnlicher Ton gehört werden.] Den 2. Ton soll die durch das plötzliche Entfalten der Semilunarklappen und den Stoss des Blutes gegen dieselben erzeugte Erschütterung der Arterie und ihres Inhaltes hervorbringen.

Nach *Weber* (in Kiel) erzeugt die plötzliche Anspannung der venösen Klappe, verbunden mit dem Stosse der Blutsäule gegen dieselbe den 1. Herzton. Dagegen scheint ihm die wahrscheinlichste Erklärung des 2. Ventrikeltones die von *Roger* gegebene zu sein. Wenn man nämlich mit dem Finger, besonders wenn er befeuchtet ist, gegen den Tragus der Ohrmuschel schlägt, so entspringen daraus 2 Töne, einer beim Anschlagen und einer beim Entfernen des Fingers. Alle elastischen Körper verhalten sich so, daher wirds im Herzen nicht anders sein. Die Zipfelklappen sind in der Systole gegen und über einander gedrängt, es wird daher ihr Losreissen von einander in der Diastole einen Ton, den 2. Ventrikelton. erzeugen müssen.

Hamernjk behauptet, dass — da zur Erzeugung eines Tones gespannte, schwingbare Membranen oder Stränge gehören, deren Spannung plötzlich vermehrt wird — das Zustandekommen des Verschlusses sowohl der venösen als arteriellen Klappe keinen hörbaren Ton erzeugt, sondern dass diese Klappen bereits geschlossen und gespannt sein müssen, wenn die durch die Systole der Kammern (und resp. Arterien) plötzlich vermehrte Spannung des Kammer- (und Arterien-) Inhaltes das tönende Vibriren der gespannten Klappen erzeugen soll. Wären bei der Zusammenziehung der Ventrikel (und Arterien) die Klappen noch nicht geschlossen, dann würde Blut regurgitiren und dies würde, wie bei der Klappeninsufficienz, ein Geräusch erzeugen. Ist der 1. oder 2. Ton verdoppelt oder auch wohl verdreifacht, so lässt sich dies durch ein mehrmaliges Wogen oder Schwingen der bereits geschlossenen Klappen erklären; ebenso wie ein ausgespanntes Segel durch einen einzigen Windstoss auch mehrere Töne erzeugen kann.

Die **Druckkraft,** welche das Herz zur Unterhaltung des Kreislaufs verwendet, berechnete *Borelli* auf 180,000 ℔, während sie *Hales* auf 21 ℔ und *Keil* zu 5 ℔ ℥viij anschlug. Die Kraft, welche das Herz ausübt, ist nicht in allen seinen Theilen gleich; denn der linke Ventrikel besitzt eine Muskelmasse, deren Gewicht und Volumen ungefähr noch ein Mal so viel beträgt, als die Musculatur des rechten Ventrikels, und es ist hiernach zu schliessen, dass zum Umtreiben des Blutes im Körper eine 2 Mal so grosse Kraft erforderlich ist, als zum Umtreiben des Blutes in den Lungen. Zur Bestimmung der Herzkraft bedient man sich des Hämadynamometers (von *Poiseuille* und *Ludwig*), bestehend aus einer gebogenen, zum Theil mit Quecksilber gefüllten Röhre, welche so angewendet wird, dass man das eine Ende in die Arterie eines lebenden Thieres steckt und aus dem Drucke des Blutes auf das Quecksilber die Stärke des Druckes mit dem Drucke einer Quecksilbersäule vergleichen kann. Im Mittel fand man (*Poiseuille, Magendie, Valentin*) den Druck, unter dem das Blut in den grössern Körper-Arterien steht, gleich einer 6′ hohen Wassersäule oder $^6/_{14}$ = 5,14″ hohen Quecksilbersäule, oder über 4 ℔ (3 ℔ nach *Valentin*). Da nun die Kraft des rechten Herzens um die Hälfte geringer ist, so würde das Blut in der Lunge unter einem Druck von $1^1/_2$ — 2 ℔ stehen. Uebrigens wirkt die Kraft des Herzens nicht in allen Gefässen gleich, weil mit abnehmender Verengerung der Arterien und dem endlichen Uebergange in Capillargefässe die Reibung immer mehr zunimmt. Schon in den kleinern Arterien zeigt sich die Druckkraft geringer und noch weit mehr in den Venen (10 — 20 Mal geringer nach *Mogk*).

Ursache der Herzthätigkeit. Die Frage, wodurch die unaufhörliche Wiederholung der Herzcontractionen in derselben festen

unwandelbaren Ordnung vom ersten Auftreten des Herzens bis zum Tode bedingt sei, hat zwar eine Menge von Ansichten hervorgerufen, allein sie ist bis jetzt doch noch nicht genau zu beantworten. Die Meisten sehen das Blut im Herzen selbst *(Haller)* und das Nervensystem als die Quelle der Herzthätigkeit an. Höchst wahrscheinlich sind die rhythmischen Bewegungen des Herzens automatische oder reflectirte (s. S. 389), unabhängig von dem Willenseinflusse und, wie es scheint, in einem gewissen Grade, auch unabhängig von der unmittelbaren Einwirkung des Herzblutes. Denn die Herzbewegung dauert noch eine Zeit lang fort, wenn das Herz aus dem Körper ausgeschnitten und leer ist; und wird das Herz, welches eben aufgehört hat zu schlagen, gereizt, gleichviel an welcher Stelle, so beginnt es wieder zu schlagen, indem sich zuerst die Vorhöfe und dann die Ventrikel contrahiren. Zunächst stehen wohl die Bewegungen des Herzmuskels unter dem Einflusse der *nervi cardiaci* (aus Fasern des *nerv. vagus*, *accessorius* und *sympathicus*), welche vor ihrem Eintritte ins Herz viele Ganglien durchsetzen und selbst noch in ihrer Ausbreitung in der Herzsubstanz zahlreiche Ganglien bilden, sowie dickere Zweige an die linke als rechte Hälfte abgeben. Reizungen der *nervi cardiaci* bei Säugethieren, bei denen das Herz kurze Zeit stille stand, rufen auch von Neuem Bewegungen desselben hervor. In welchem Theile des Nervensystems aber der Sitz des letzten Motivs der Herzthätigkeit sei, ist noch unausgemacht, wahrscheinlich in der *medulla oblongata*. So viel ist gewiss, dass ebensowohl vom Gehirn, wie vom Rückenmark aus, sowie mittels Reflex von sensitiven und motorischen Nerven her, die Herzthätigkeit verschiedentlich abgeändert werden kann; dass vorzüglich die Wärme einen sehr mächtigen Einfluss auf die rhythmischen Bewegungen des Herzens äussert. Es ist nicht unmöglich, dass die an und in der Herzsubstanz liegenden Ganglien der Grund der relativen Selbstständigkeit der Herzbewegungen und ihrer Fortdauer bei frischgetödeten Thieren sind.

Dass das Blut (in seiner Quantität und Qualität) nicht ohne allen Einfluss auf die Bewegungen des Herzens ist, sieht man aus so manchen pathologischen Zuständen. Im Allgemeinen scheint bei einem normalen oder ihm nahen Zustande des Herzens die Energie seiner Bewegungen in Proportion zu seiner Anfüllung mit Blut zu stehen; es werden bei Ueberfüllung des Herzens mit Blut (bei allgemeiner oder örtlicher Plethora) die Herzschläge kräftiger und frequenter, dagegen werden sie bei Anämie (in der Ruhe) langsam, selten und schwächer. — Dass der Einfluss des Nervensystems auf die Herzthätigkeit ein weit grösserer ist, als der des Blutes, liegt deutlich vor. Es ist nur noch die Frage genau zu beantworten, ob die *nervi cardiaci*, oder deren Ganglien, oder Gehirn und Rückenmark als Sitz des letzten Motivs für die Herzbewegungen anzusehen seien. Die Ansichten hierüber theilen sich vorzüglich in zwei: die Einen erklären die Herzbewegung für unabhängig von der Spinalachse, wofür besonders die Fortdauer der Herzbewewegung nach Zerstörung des Markes, nach Vergiftung durch Strychnin und bei marklosen Früchten spricht. Die Andern (*Legallois* und die meisten neuern Physiologen) nehmen dagegen das verlängerte Mark als Centrum der Herzbewegungen an. — Nach *Valentin* wirkt Reizung des letzten Hals- und ersten Brustganglion des Sympathicus besonders auf die Vorhöfe, Reizung des *vagus* auf die Ventrikel; die motorischen Fasern dieser

Nerven scheinen zum Theil vom *nerv. accessorius*, zum Theil von den 3 bis 4 obersten Halsnerven zu kommen und durch genannte Nerven hindurchzugehen. — Aus vielen Versuchen geht ferner hervor: 1) dass Gehirn (?) und Rückenmark als die Hauptquelle des Nerveneinflusses auf die Herzbewegungen angesehen werden müssen; sie können dieselben beschleunigen, verlangsamen, schwächen und verstärken; 2) dass diese Bewegungen aber auch vom *nerv. sympathicus* (und zwar zunächst vom *cardiacus magnus*) abhängig sind und 3) dass sie selbst nach Trennung beider noch eine Weile fortdauern. — *Budge* glaubt aus seinen Untersuchungen mit Bestimmtheit schliessen zu können: dass die durch die *nervi cardiaci* zum Herzen gelangenden motorischen Nerven vom Rückenmarke kommen, in der Mittellinie des Rückenmarks vom 4. oder 3. Halswirbel an bis hinauf zum Ende der *medulla oblongata* und zwar nur in den vordern Strängen liegen, und dass sie hier aufhören und keine Reizung irgend eines andern Gehirntheiles mehr Bewegung des Herzens hervorrufen kann, wenn keine Empfindung mehr besteht. Er hat ferner gefunden, dass die vom Centralende dieser Nerven ausstrahlende Kraft nach dem Tode oder nach Durchschneidung der Medulla länger noch unter der Durchschnittsfläche angesammelt bleibe, als dies bei den Nerven für die freiere Bewegung der Fall ist, und dass eben diese mitgetheilte Kraft in den peripherischen Nervenenden, die sich in der Substanz des Herzens verbreiten, ungleich länger fortbesteht, als die der Nerven für die sogenannte willkührliche Bewegung. Neuerlich beobachtete *Budge*, dass eine mässige Reizung der *medulla oblongata* und deren nächste Umgebung, sowie der *nervi vagi* (mittels des magneto-elektrischen Apparates), sogleich ein Stillstehen des Herzens bewirkt, und dass dieses sich wieder zu bewegen anfängt, wenn der Reiz beendigt ist (s. später bei *nerv. sympathicus*).

E. Weber (s. S. 385) sagt: das Herz unterscheidet sich durch seine Bewegungen in sehr vieler Hinsicht von andern organischen Muskeln, zunächst durch die rastlose Thätigkeit während der ganzen Dauer des Lebens, durch den regelmässigen Wechsel von Bewegung und Ruhe und den eigenthümlichen Rhythmus, mit welchem es seine Bewegungen in derselben Reihenfolge in gleichen Zeitabschnitten wiederholt. Sowie sich das Herz den animalischen Muskeln wegen der Querstreifung seiner Fasern in der Form nähert, so hat es auch in seinen Bewegungen manche Aehnlichkeit mit denselben. Die Geschwindigkeit und die grosse Energie der Bewegung hat es mit den animalischen Muskeln gemein, während es sich übrigens wie die organischen Muskeln verhält. Reizt man das Herz durch den Rotationsapparat, so ziehen sich seine Muskelfasern, wie bei andern organischen Muskeln, allmälig dauernd zusammen, so dass die zusammengezogenen Stellen keinen Antheil mehr an der rhythmischen Bewegung nehmen. Das Herz verharrt auch nach Unterbrechung des Stromes in diesem Zustande lange Zeit völlig bewegungslos, und erst sehr spät und sehr allmälig kehren, indem sich der tonische Krampf endlich verliert, die rhythmischen Bewegungen desselben zurück. — Das Herz besitzt die äusserst merkwürdige Eigenthümlichkeit, welche damit zusammenhängt, dass es zweierlei Nerven, vom *nerv. vagus* und *sympathicus*, erhält, dass dieselben reizenden Einflüsse, je nachdem sie auf verschiedene Theile des Herzens einwirken, entgegengesetzte Wirkungen in demselben hervorbringen. Während nämlich durch die Reizung eines Theiles des Herzens (mittels des Rotationsapparates) die rhythmischen Zusammenziehungen desselben vermehrt und verstärkt oder der gereizte Theil sogar in fortdauernde tonische Zusammenziehungen versetzt wird, werden durch die Reizung eines andern Theiles die Contraction des Herzens seltener und schwächer oder hören sogar ganz auf. Da man nun keinen Grund hat, diese entgegengesetzten Erscheinungen von einer verschiedenen Organisation der Muskelfasern abzuleiten, so muss man die Ursache derselben in verschiedenen Nerveneinrichtungen suchen, welche zugleich im Herzen vorhanden sein müssen und von denen bald die eine, bald die andere von dem galvanischen

Strome afficirt wird. Der eine dieser Nervenapparate (der motorische), durch welche das Herz zur Thätigkeit angetrieben wird, muss im arteriösen Theile, der andere (Hemmungsapparat) im venösen Theile das Uebergewicht haben. Diese verschiedenen Nerveneinrichtungen, von welchen jene entgegengesetzten Einwirkungen auf die Thätigkeit der Herzmuskeln ausgeübt werden, lassen sich auch nachweisen. Der Antrieb zur Thätigkeit geht vom Sympathicus aus, die Verminderung und Suspension der Herzthätigkeit dagegen vom Vagus. Durch Reizung der *nervi vagi* oder der Hirntheile, von den sie entspringen, wird nämlich das Tempo der rhythmischen Bewegungen des Herzens verlangsamt und sogar das Herz ganz zum Stillstande gebracht. Aus dieser Beobachtung folgt: dass Einflüsse vom Gehirne aus auf die Herzthätigkeit einwirken können, dass diese Einwirkung durch den *nerv. vagus* geschieht, den man bis jetzt bei den Herzbewegungen für unbetheiligt hielt; und dass es Muskel-Nerven gibt, welche nicht Bewegungen von Muskeln erzeugen, sondern Bewegungen, welche ausserdem stattfinden würden, hemmen oder gänzlich verhindern. — *Budge* sieht den Stillstand des Herzens bei Reizung des *vagus* als einen rein passiven Zustand, für eine Folge von momentaner Erschöpfung an, welche durch die Macht des elektrischen Reizes auf den Nerven hervorgebracht worden ist. — Bringt man *Opium* oder *extract. nucis vomicae* auf die innere Oberfläche des Herzens (denn auf die äussere Fläche angebracht, tritt fast kein Erfolg ein), so steht das Herz sogleich für immer still *(Henry, Müller)*. Da wir nun wissen, dass die tetanischen Krämpfe, welche das Strychnin in den animalischen Muskeln erregt, nicht durch seine Einwirkung auf die Muskelfasern und Nerven, sondern durch seine Einwirkung auf das Rückenmark erzeugt werden, so folgt, dass die Einwirkung des Strychnins auf die Nerven im Herzen einen gleichen Erfolg hinsichtlich dessen organischer Muskeln, wie seine Einwirkung auf das Rückenmark hinsichtlich der animalischen Muskeln ausübe, oder dass die Nervengeflechte im Herzen zu dessen organischen Muskeln in einem ähnlichen Verhältnisse stehen, wie das Rückenmark zu den animalischen Muskeln.

Im normalen Zustande werden vom Herzen keine Eindrücke zum Gehirn (Bewusstsein) geleitet, dagegen geschieht dies im krankhaften Zustande; auch entstehen oft Mitempfindungen in andern gesunden Theilen (z. B. bei Herzentzündung Schmerz in der Achsel, dem Arme und der Hand der linken Seite). Welcher Nerv der Vermittler der Herzempfindung sei, ist noch unbekannt.

Herzkrankheiten. Die häufigste Erkrankung am Herzen ist die Entzündung seines serösen Ueberzugs *(pericarditis)*, dagegen steht unter den wichtigsten Herzkrankheiten die, übrigens auch nicht selten (besonders mit acutem Rheumatismus) vorkommende Entzündung des innern Ueberzugs *(encarditis)* oben an, da sie nicht nur durch Eitervergiftung des Blutes *(pyaemia)* und Herzlähmung sehr schnell töden kann, sondern auch gewöhnlich zu Klappen- und Ostienkrankheiten den Grund legt. Die Entzündung des Herzfleisches *(myocarditis)* besteht selten für sich, gewöhnlich begleitet sie die Peri- und Encarditis. — Die Hypertrophie (s. S. 444) des Herzens (besonders die excentrische) ist eine sehr häufige Erscheinung und kommt ebensowohl für sich als in Begleitung von Klappen- und Ostienfehlern vor. Sie geht, wenn sie zu einem höhern Grade gediehen ist, in passive Erweiterung und Lähmung des Herzfleisches über und tödet unter den Symptomen der allgemeinen Wassersucht, wenn nicht Pnemonie oder Pericarditis früher schon den Tod herbeiriefen. Die Herzatrophie (s. S. 444) ist selten und schwer zu bestimmen. — Die Erweiterung des Herzens (s. S. 444) kann die Folge von Blutüberfüllung der Höhlen, oder der Erkrankung ihrer Wände, oder von Verwachsung mit dem Herzbeutel sein; sie zieht Herzlähmung und bisweilen selbst Ruptur des Herzens nach sich. Das Herzaneurysma ist ein acutes oder ein chronisches und immer die Folge von Texturerkrankung der Herzwand. Die Verengerung der Herzhöhlen findet sich bei der sogenannten concentrischen Hypertrophie und Atrophie, bei Verringerung des Gesammtblutes, bei Compression des Herzens, Verwachsungen im Innern. — Von den Klappen- und Ostien-Krankheiten, die vorzugsweise im linken Herzen zu finden find, ist die Insufficienz der erstern und die Stenose der letztern von besonders wichtiger Bedeutung; seltener findet sich die Hyper- und Atrophie, die Erweichung, Zerreissung und das Aneurysma der Klappen. — Die Fettsucht des Herzens besteht entweder in Anhäufung einer ungewöhnlichen Menge von Fett auf der Oberfläche des Herzens (besonders bei allgemeiner Fettsucht), oder in fettiger Entartung

des Herzfleisches. — Die Form- und Lageveränderungen des Herzens s. S. 441 u. 445. — Die Zerreissungen am Herzen betreffen entweder die Herzwand selbst, oder die Klappen, Sehnenfäden und Papillarmuskeln, und finden sich in der Regel in der linken Herzhälfte. — Afterbildungen sind mit Ausnahme der Entzündungsproducte sehr selten im und am Herzen; man findet: abnorme Fettproduction, Cysten, fibroides und Knochengewebe, Tuberkel, Krebs und den Cysticercus. — Die Gerinnungen, Polypen und Vegetationen in den Herzhöhlen sind entweder Producte der Encarditis oder vor und nach dem Tode entstandene Faserstoffgerinnungen.

II. Blutlauf durch die Arterien.

Der Lauf des Blutes durch die sich stets in ziemlich grosser Spannung befindenden Arterien, denen eine wahre (animalische) Muskelreizbarkeit fehlt, dagegen aber organische Contractilität und todte Elasticität zukommt (s. S. 418), ist wegen der Contractilität der Gefässwände zwar anhaltend, aber doch immer remittirend (fast absatzweise); er wird bei der Contraction des Herzens, die mit Ausdehnung der Arterien verbunden ist, schneller und stärker, bei der Diastole des Herzens aber, wo sich nun die Arterien zusammenziehen, langsamer und schwächer. Je mehr nach den Enden der Arterien hin, desto geringer wird dieser Nachlass in der Schnelligkeit des Blutlaufs und desto schwächer die Einwirkung der Herzcontraction, bis er endlich in den kleinsten Zweigen, wo die Contractilität der Gefässwände überwiegt und die Spannung abnimmt, ganz gleichmässig und anhaltend ist. Dagegen nimmt er in den grossen Arterien in der Nähe des Herzens fast den Charakter eines intermittirenden Typus an.

Alle Arterien sind vom Ursprunge ihrer beiden Hauptstämme (Aorta und Lungenarterie) aus dem Herzen bis in ihre feinsten Endchen stets mit Blut gefüllt (wie überhaupt das ganze Gefässsystem und auch das Herz), und bleiben es, sowohl bei der Systole als Diastole des Herzens, bei viel und wenig Blut, denn sie passen sich der Blutmenge an. Durch die Contraction der Ventrikel wird nur eine neue Quantität Blut (die aber nicht genau zu bestimmen ist und wahrscheinlich zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden sein kann) in das Centralende der vollen Arterien hinein gepresst. Hierdurch wird das Blut der Arterien zusammengepresst, so dass es, wie jede comprimirte Flüssigkeit, nach allen Richtungen auszuweichen strebt, und die Blutsäule um so viel weiter vorwärts schiebt, als jene neue Masse Blut Raum in den Anfängen der Arterien einnimmt. Am peripherischen Ende der Arterien kann nun aber das Blut durch die Haargefässe wegen des Widerstandes, welchen es in diesen engen Röhren erleidet, nicht so schnell entweichen, als es in die Arterien getrieben wurde, deshalb übt es gegen deren elastische Wände nach allen Richtungen hin einen Druck aus. In Folge dieses Druckes werden die elastischen Wände der Arterien (bei jeder Zusammenziehung des Ventrikels) ausgedehnt und ziehen sich wegen ihrer Elasticität bei nachlassendem Drucke (während der Diastole des Herzens) wieder zusammen. Die Ausdehnung der Arterienwände erfolgt nun aber in die Breite (mehr in den Stämmen) und Länge (mehr in den Aesten); die erstere ist nur gering und kaum an entblössten Arterien wahrzunehmen, während die in die Länge weit bedeutender ist. Da die Arterien an ihren beiden Enden befestigt sind, so müssen sie sich durch die letztere Ausdehnung, wobei sie länger werden, seitwärts verschieben und schlängeln (aufspringen), bei ihrer Zusammenziehung aber wieder strecken. Allenthalben wo eine Arterie eine Krümmung hat, richtet sie sich bei der Systole des Herzens in die Höhe, springt auf, weil sich der der Blutsäule mitgetheilte Impuls stets in gerader Richtung fortpflanzt; es macht deshalb die Krümmung der Arterien den Blutlauf langsamer, weil die zur Aufrichtung der Arterie verwandte Kraft an der zur Bewegung des Blutes bestimmten verloren geht. Hieraus geht hervor: dass

sich die Arterien bei der Systole des Herzens verschieben und schlängeln, zugleich aber auch in ihren Durchmessern ausdehnen. Diese Wirkung (Schlängelung und Erweiterung der Arterien) des Druckes des Blutes auf die Arterienwände, in Folge der Contraction des Herzens, nennt man Pulsschlag (der Arterie). Die mechanische Einwirkung des Herzens auf die Blutsäule beim Pulse ist also doppelter Art: 1) sie treibt mit jeder Herzcontraction eine neue Blutmenge in die gefüllten Arterien; 2) sie theilt dabei zugleich der Blutsäule einen Stoss mit, welcher sich auf die ganze Ausdehnung derselben fortpflanzt. Beide Wirkungen tragen gemeinschaftlich zur Erzeugung des Pulses bei, aber der Stoss scheint wirksamer zu sein, als die neu eingetriebene Blutmenge. Diese letztere bewirkt die Ausdehnung der Arterien in die Breite und Länge (mit der Schlängelung); der Stoss pflanzt sich wegen der Ausdehnung der Arterienwände wellenförmig fort und gelangt deshalb etwas später zu den entferntern Arterien. — Der Puls der Arterien muss also synchronisch mit der Contraction des Herzens (dem Herzstosse) sein und es werden sich die Arterien in Diastole befinden, wenn das Herz in der Systole ist. Nicht alle Arterien pulsiren gleichzeitig, denn in den entfernteren Zweigen ist der Puls nicht mehr ganz synchronisch mit dem Herzschlage und kommt um $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ Secunde später.

NB. Die Ursache des (im Normalzustande bemerklichen) Späterkommens des Pulses in den entfernteren Arterien erklärt *Weber* so: wären die Wände der Arterien unausdehnbar, so würde das vom Herzen in sie auszutreibende Blut nicht eher Platz in ihnen finden, als bis das sämmtliche Blut in allen Arterien gleichzeitig vorwärts geschoben würde und Platz machte, dann würde sich aber der Druck des Blutes schnell bis zu den Enden derselben fortpflanzen. Weil aber die Arterien ausdehnbar und elastisch sind, so bewirkt die Zusammendrückung des Blutes vom Herzen aus zunächst nur Ausdehnung der nächsten Arterien, worauf diese durch ihre Elasticität sich wieder zusammenziehen, und so die nächsten Fortsetzungen der Arterien durch das comprimirte Blut ausdehnen, die auch wieder durch ihre Zusammenziehung die nächsten Theile ausdehnen und so weiter, so dass ein, wenn auch noch so kleiner Zeitraum, verstreicht, ehe die Welle, d. i. die successive Zusammendrückung des Blutes, Erweiterung und Verengerung der Arterien, bis zu den entfernten Zweigen gelangt. — Bei Krankheiten der Arterien kann der Puls auch in näher liegenden Arterien merklich später als der Herzschlag auftreten, auch kann in gleichnamigen Arterien der Puls zu verschiedenen Zeiten gefühlt werden.

Nach einem physikalischen Gesetze muss, wenn gleiche Mengen Flüssigkeit in einer gegebenen Zeit durch ungleiche Räume (engere und weitere Röhren) fliessen, die Bewegung der Flüssigkeit in dem engen Raume schneller, in dem weiten langsamer vor sich gehen. Bei dem Blutlaufe in den Arterien fliesst das Blut aus einem relativ engen in einen relativ weitern Raum (denn der cubische Inhalt der Gesammtzahl der kleineren Arterienzweige übertrifft bei weitem den cubischen Inhalt des Aortenstammes), und deshalb ist die Bewegung des Blutes in den Arterien um so langsamer, je kleiner dieselben werden.

Puls, Stoss, Schlag der Arterien, d. i. die mechanische Ausdehnung der elastischen Arterienwand (hauptsächlich in die Länge und etwas in die Breite: Schlängelung und Erweiterung) durch das Blut, welches in Folge der Zusammenziehung der Ventrikel in die vollen Arterien getrieben wurde. Die Erweiterung und Schlängelung der Arterie beim Pulsiren ist fühlbar und auch sichtbar (Locomotion), nicht so (im Normalzustande) ihre Verengerung und Streckung, welche (bei aufhörendem Drucke, bei der Herzdiastole) in Folge der Contraction der elastischen Arterienwand erfolgt. Wohl ist dies aber manchmal (beim sogen. doppelschlägigen Pulse, *pulsus dicrotus*) der Fall, vielleicht wenn bei verminderter Elasticität (bei rigiden Arterien) oder herabgesetztem Tonus der contractilen Fasern (mittels der *nervi vasomotorii*) die Arterienwand sich sehr träge zusammenzieht. — Jedenfalls ist der Arterienpuls in seiner Frequenz,

Raschheit, seinem Rhythmus und seiner Energie abhängig von denselben Eigenschaften der Systole des Herzens. Man unterscheidet danach wie beim Herzen die folgenden Pulsarten:

1) **Häufiger Puls** *(pulsus frequens)*, wenn binnen einer bestimmten Zeit mehr Schläge als im normalen Zustande erfolgen (s. bei Systole des Herzens; S. 480). — 2) **Seltener Puls** *(p. rarus)*, wenn die Arterie weniger oft als im Normalzustande pulsirt. — 3) **Schneller Puls** *(p. celer)*, wenn der Arterienstoss nur sehr kurze Zeit unter dem Finger wahrgenommen wird, schnell wieder verschwindet. — 4) **Langsamer Puls** *(p. tardus)*: in einem und demselben Zeitraume nimmt man nicht weniger Schläge als gewöhnlich wahr, aber die Zusammenziehungen des Herzens einzeln für sich betrachtet währen längere Zeit hindurch (der Schlag ist anhaltender) als die Ausdehnungen. — 5) **Starker oder schwacher Puls** *(p. fortis* u. *debilis)*, nach der Deutlichkeit und Energie des Stosses; zum Theil von der Beschaffenheit der Arterienwand und der Menge des Blutes abhängig. — 6) **Regelmässiger und unregelmässiger, intermittirender oder intercurrirender Puls.** Der *rhythmus intermittens* ist dann vorhanden, wenn in einer gewöhnlichen Reihe von Pulsationen eine oder mehrere derselben ausbleiben, was entweder jedesmal auf eine bestimmte Zahl der Pulsationen eintrifft oder aber auf eine beliebige. Der *rhythmus intercurrens* besteht dann, wenn in einer gewöhnlichen Reihe von Pulsationen eine oder mehrere eingeschoben sind.

Umfang der Arterien (nach *Hamernjk*). Die Pulsadern befinden sich, abgesehen von der wechselnden und von der Herzthätigkeit abhängigen Erweiterung und Verengerung, beständig in einer bestimmten Ausdehnung, haben einen bestimmten Umfang, sie können weiter (breiter) oder enger sein. Auf den Umfang haben alle diejenigen Factoren wesentlichen Einfluss, von welchen der Druck, unter dem sich das Blut bewegt, abhängig ist, als: die Systole des Herzens, die Respirationsbewegungen, die Arterienwände, die Quantität des Blutes, und endlich die verschiedenen Verhältnisse der Capillaren, so wie die Vertheilung der Arterien. Wie einer oder mehrere dieser Factoren sich verändern, muss sich natürlich auch der Umfang der Arterien verändern. Verlieren z. B. die Arterienwände an Elasticität, so wird das Rohr umfänglicher (weiter); mindert sich die Quantität des Blutes, dann werden die Arterien enger u. s. f. Der verschiedene Umfang der Arterien ist (nach *Hamernjk*) eine der wichtigsten Erscheinungen in Krankheiten; er ist von dem sogenannten Pulse unabhängig und verschieden, wurde aber bis jetzt mit demselben zusammengeworfen und als grosser, kleiner, fadenförmiger u. s. f. bezeichnet. Uebrigens muss sowohl der vermehrte wie der verminderte Umfang der Arterien, da derselbe unter sehr verschiedenen Verhältnissen erscheinen kann, vom Arzte nach dem concreten Falle gehörig gedeutet und auf seine Grundlage zurückgeführt werden. *Spengler* stellt hierbei nach der Theorie elastischer Körper folgende Regeln auf: 1) bei gleichem Elasticitätsmodulus und gleichem ursprünglichen Rauminhalte der elastischen Arterien ist die erzielte Spannung und die daraus resultirende Kraft proportional der Menge des eingeführten Blutes. 2) Bei ungleichem Elasticitätsmodulus, gleicher ursprünglicher Räumlichkeit und gleichen Mengen eingepressten Blutes ist die erzielte Spannung und die daraus resultirende Kraft proportional der Grösse des Elasticitätsmodulus. Es folgt hieraus, dass der Umfang der Arterien nicht noth-

wendig in geradem Verhältnisse zur Quantität des Blutes stehen müsse. Anämische bekommen z. B. in Folge verminderter Contractilität der Arterienwand einen grossen, scheinbar vollen Puls u. s. w.

Die Beschaffenheit der Arterienwand übt sowohl auf den Stoss wie auf den Umfang der Arterie grossen Einfluss aus; und zwar sind es vorzugsweise Veränderungen in der Elasticität, Contractilität und Consistenz der Wand, welche Modificationen im Pulse hervorrufen. — Der Arterienstoss wird z. B. verspätet, sobald durch krankhafte Veränderungen (bei mehr geschlängelten, in ihren Wänden gerunzelten, weniger elastischen, sogenannten rigiden und aneurysmatischen Arterien; beim Auflagerungs-, atheromatösen Processe) die durch die Systole des Herzens zugeführte Blutwelle in ihrer schnellen und gleichmässigen Verbreitung beeinträchtigt wird. Es pulsiren dann die kranken Arterien weit später als das Herz oder man fühlt auch an gleichnamigen Arterien den Puls in verschiedenen Momenten. Schon im Normalzustande erfolgt, wie schon erwähnt wurde, der Puls nicht an allen Gegenden des Körpers zu gleicher Zeit; es tritt derselbe immer desto später nach dem Herzstosse auf, je weiter die Arterie vom Herzen entfernt ist, dagegen in Arterien, die in gleicher Entfernung vom Herzen liegen, zu gleicher Zeit. So erfolgt der Puls der Carotis und Subclavia gleichzeitig, doch schon etwas Weniges später als der Herzschlag; ebenso der Puls der *art. temporalis* und *brachialis* gleichzeitig; etwas später der Puls der *art. radialis* und dieser gleichzeitig mit dem Pulse der Bauchaorta; noch später pulsiren die *art. femoralis, poplitaea* und zuletzt die *metatarsea*, in welcher letztern Arterie der Puls nach Einigen sogar $1/2$ Secunde später als der Herzschlag erfolgen, selbst mit der Herzdiastole zusammenfallen soll. — Durch eben die genannten Veränderungen (Rigidität) der Arterienwand, welche ebenfalls den Umfang der Arterie vergrössern (den Puls gross und gewöhnlich auch hart machen) und dieselbe mehr schlängeln (d. h. die Winkel, welche die gehörig elastische Arterie vorher nur bei ihrer Diastole darbot, werden bleibend, auch bei ihrer Systole), wird auch die Locomotion der Arterien beim Pulsiren deutlicher sichtbar. — Auf den Umfang der Arterie hat die Beschaffenheit ihrer Wand noch mehr Einfluss, als auf den Stoss; vermehrte Contractilität und Elasticität wird z. B. den Puls kleiner und härter machen; bei Verminderung dieser Eigenschaften kommt dagegen ein weicher, grosser, voller, bisweilen doppelschlägiger Puls zu Stande; rigide Arterien machen entweder einen harten, grossen, scheinbar vollen oder einen kleinen harten Puls.

NB. Die Lehre vom Pulse *(ars sphygmica)* hat früher in zu grossem Ansehen gestanden; der Puls ist zwar beim Kranken nie zu übersehen, allein er hat immer nur einen untergeordneten Werth, da die Erkennung der Krankheiten heutzutage auf weit positivern Thatsachen beruht. — Es ist stets zu bedenken, dass sich die Beschaffenheit des Pulses unendlich leicht verändern kann; dass er in den verschiedenen Lebensaltern, Geschlechtern, Temperamenten, und selbst bei verschiedener Körperlänge, bei verschiedener Lage des Körpers, nach der Tageszeit und nach verschiedenen Genüssen u. s. w. verschieden ist.

Tönen der Arterien. Die Contraction des Ventrikels bedingt einen Stoss auf die arterielle Blutsäule, welcher die gespannte Arterienwand in mehr oder weniger gleichartige Vibrationen versetzt und so in den meisten Arterien (bis zum Ellenbogen und Knie hin) einen (durch die Auscultation mit dem Stethoskope wahrnehmbaren) Ton erzeugt. Je kräftiger die Ventrikelsystole, je gespannter die Arterienwand und je grösser die Menge des Blutes im Arteriensysteme, desto heller, deutlicher und reiner ist der Arterienton, desto weiter breitet er sich auch aus, so dass z. B. bei der Hypertrophie des linken Ventrikels (besonders in Folge von Aortenklappen-Insufficienz) auch in den Arterien ein Ton gehört wird, wo sonst keiner zu vernehmen ist, wie in der *art. temporalis, tibialis, metatarsea, radialis* und *ulnaris*,

dem *arcus volaris sublimis.* Bei schlaffer, weniger elastischer, rigider Arterienwand, geringer Blutmenge und schwacher Herzthätigkeit wird der Arterienton undeutlich und gedehnt (diffus), oder zum (meist blasenden oder raspelnden) Geräusche. Stets fällt der Arterienton mit dem Arterienstosse und demnach auch wie dieser mit der Herzsystole und dem 1. Herztone zusammen. — Es scheint übrigens, als ob man bisweilen diese, den Arterienton erzeugenden Schwingungen der Arterienwand, auch als „schwirrenden Puls" fühlen könnte; stets ist dann der Arterienton undeutlich begränzt, diffus.

In einigen Arterien sind 2 Töne hörbar, nämlich: in der Lungenarterie, dem Anfangsstücke der Aorta bis zum Bogen, in der Carotis bis zu ihrer Bifurcation und in der Subclavia in ihrem Laufe bis hinter das Schlüsselbein. Der 1. Ton ist hier der gewöhnliche Arterienton, der 2. dagegen rührt vom Vibriren (Schliessen) der Semilunarklappen her. Diese beiden Arterientöne (in der *aorta* und *art. pulmonalis*) unterscheiden sich von den beiden Herztönen dadurch, dass bei letzteren der 1. Ton der lange und der 2. der kurze ist (also ein Trochäus — ◡), während sich dies bei den Arterientönen umgekehrt verhält (Jambus ◡ —). Der 2. Arterienton ist nach der grössern oder geringern Menge Blutes in der Aorta und Lungenarterie stärker oder schwächer, und wird bei Krankheiten der Semilunarklappen zum Geräusche. Ebenso kann sich aber auch der 1. Ton, bei Krankheiten des arteriellen Ostiums, zum Geräusche umwandeln.

III. Blutlauf durch die Capillargefässe (peripherische Circulation).

Da das Blut von den Haargefässen aus (s. S. 420) seine Verrichtungen (Ernährung und Absonderung) erfüllt, so muss es hier, um mit den Theilen in längere und innigere Berührung zu kommen, in sehr viele kleine Strömchen netzförmig zertheilt und sehr langsam fliessen, und dies geschieht nun ohne pulsatorische Bewegung, im continuirlich gleichförmigen Strome, theils noch durch den Einfluss der Herzcontractionen, theils aber auch mit Hülfe der von den Nerven abhängigen lebendigen Contractilität der Capillargefässwände und der Lungen-Thoraxaspiration. Mit Hülfe der Contractilität der Capillarwände kann die peripherische Circulation in relativer Unabhängigkeit vom Herzen bestehen und selbst noch nach dem Aufhören der Herzpulsation eine Zeit lang fortdauern, also das Capillargefässsystem auch selbstständig auf die Circulation einwirken. Hier bewegen sich die farblosen Blutkörperchen grösstentheils an den Wänden des Gefässes (in dem sogen. *Poiseuille*'schen Raume) hin, in einer Schicht von Plasma, in welche beim normalen Kreislaufe nur selten ein farbiges Körperchen eindringt. Die ersteren fliessen längs der Wände viel (13mal) langsamer als die farbigen Blutkörperchen (wahrscheinlich wegen ihrer rauhern, klebrigen Oberfläche und geringern Elasticität), sie rollen kollernd, ruhen manchmal eine Weile aus und werden erst durch den Stoss von einem farbigen Blutkörperchen wieder flott gemacht. In der Mitte des Blutstromes bewegen sie sich hingegen mit der Schnelligleit der übrigen Blutkörperchen, doch scheinen sie immer gegen die Wand hingedrängt zu werden.

Der anhaltend gleichmässige und langsame Lauf des Blutes in den Capillargefässen, welcher auch seine Richtung verändern und in einem Verbindungsästchen bald herüber, bald hinüber gehen kann, hat seinen Grund theils in einer über die Herzthätigkeit überwiegenden Contractilität der Wände, theils in geringerer Spannung der Gefässe und weil die Summe und der Umfang der kleinen Kanäle um vieles grösser ist, als der des Hauptkanales, so dass der auf die Gefässwandungen ausgeübte Druck weniger fühlbar wird und die aussetzende Kraft der Herzpumpe sich mit geringerer Energie fortsetzt. — Nimmt die Kraft des Herzens ab, so wird die gleichförmige Blutbewegung in den Capillargefässen zur pulsatorisch verstärkten, und im höchsten Grade der Schwäche zur blossen pulsatorischen. *Müller* erklärt dieses Phänomen auf folgende Weise: so wie die comprimirte Luft in dem Windkessel der Feuerspritze, ebenso macht die im Puls erweiterte, durch ihre Elasticität sich verengernde Arterie die pulsatorische Bewegung des Blutes in den Arterien zur continuirlichen, aber pulsatorisch verstärkten Bewegung, indem die Verengerung der Arterien auch in den Zwischenzeiten des Pulses das Blut fortzutreiben fortfährt. Das stossweise Fortrücken des Blutes in der Aorta durch jede neue in sie gepresste Blutmenge erlischt in den kleinern Arterien, wegen der compensirenden Ausdehnung derselben. Nimmt aber die Stosskraft des Herzens ab, so werden auch die elastischen Wände der Arterien bei jedem Pulse von weniger Blut erweitert und werden also auf das Blut weniger drücken, d. h. die Ursache, welche die stossweise Bewegung des Blutes in den Arterien zur continuirlichen macht, hört auf und das Blut fliesst nur stossweise, und nun lässt sich dieser schwache Stoss noch in den Haargefässen erkennen.

Die schnellere oder langsamere Bewegung des Blutes in den Haargefässen hängt von der grössern oder geringern Enge derselben und von den Hindernissen ab, welche den Strom durch anastomotische Zweigelchen aufhalten. Ist der Kanal sehr enge, so hängt sich das klebrige Blut an den Wänden desselben mehr an, die Reibung wird grösser und es fliesst langsamer. Auch die Consistenz des Blutes hat Einfluss auf dessen Strömung in den Haargefässen, je visköser es ist, desto schwerer wird es durch die Capillargefässe laufen, ja es kann dieselben wohl ganz verstopfen, und wird dann zu Durchschwitzungen durch die Gefässwände Veranlassung geben. Bei Erweiterung der Capillaren verlangsamt sich der Blutlauf ebenfalls, ja kann in völlige Stockung gerathen. — In den feinsten Capillargefässen, welche ganz durchsichtig sind, sieht man die Blutkügelchen nicht mehr dicht hinter einander oder neben einander fliessen, sondern durch ungleiche Zwischenräume von einander getrennt; indess sind keine Gefässchen beobachtet worden, welche anhaltend ganz ohne Kügelchen gewesen wären *(vasa serosa)*. Die Kügelchen rotiren beim Durchströmen nicht; meist scheinen sie mit ihrem Längendurchmesser in der Achse des Gefässes zu strömen; Einige wollen sie selbst zusammengedrückt und dadurch verlängert gesehen haben. Gewiss ist, dass ihre Lage vielfache Veränderungen durch den mechanischen Einfluss der Wände erleidet, wobei sich die Kügelchen ganz passiv verhalten und nie eine Spur selbstständiger Bewegung zeigen. Oft stösst sich die Blutsäule in den Haargefässen gegen eine Kante an der Trennungsstelle zweier Aestchen, ihr Lauf ist auf kurze Zeit unterbrochen, die Blutkörperchen bleiben stehen, oscilliren einige Augenblicke und schwanken zwischen dem einen und dem andern Wege, ehe sie in einen der Zweige treten und schlagen manchmal auch eine entgegengesetzte Richtung ein. Alle diese Bewegungen sind nicht Folge der lebendigen Contractilität der Capillargefässe, sondern rein physikalische und von der Herzcontraction abhängige. Es rührt dies davon her, dass die Haargefässe den Druck gleichmässig auf sich vertheilen und so durch deren Elasticität die Blutkörperchen rück- und vorwärts getrieben werden können.

Die selbstständige Contractionskraft des peripherischen Gefässsystems, welche unter dem Einflusse des Nervensystems (nach *Stilling* unter dem *nerv. vasomotorius s. sympathicus;* s. bei Nervensystem) steht und ohne Zweifel von der Beschaffenheit und Lebensfähigkeit des Blutes abhängt, ist die Ursache der verschiedenen Vertheilung des Blutes in den Organen, indem sie einen schwächern oder stärkern Blutzufluss von den Arterien her bewirken, und das von den Capillargefässen aufgenommene Blut schneller oder langsamer in die Venen treiben kann, je nachdem der Grad der Erregbarkeit in diesem Gefässsysteme gesteigert oder vermindert ist. Zwei Bedingungen sind aber für die freie Lebensbewegung des Blutes in der

Peripherie unerlässlich, nämlich die lebendige arterielle Qualität des Blutes und die lebendige Spannung der Gefässe.

Als Beweise für die relative Selbstständigkeit und Unabhängigkeit der peripherischen Blutbewegung von der mechanischen Wirkung des Herzens führt *Schultz* folgende an: 1) das Beginnen der Blutbewegung vor der Herzbildung, sowohl im Embryo als in herzlosen Thieren; 2) ihre Fortdauer in herzlosen Missgeburten; 3) ihre Fortdauer in vom Körper getrennten lebenden Theilen und nach dem plötzlichen Tode gesunder Thiere; 4) das Beginnen der peripherischen Blutbewegung vor der Herzpulsation beim winterschlafenden Proteus, und häufig auch nach Ohnmachten und beim Scheintode; 5) die vom Herzen unabhängige Beschleunigung und Verlangsamung der Blutbewegung in dem peripherischen Gefässsysteme; 6) die vom Herzen unabhängige Ansammlung und Entleerung des Blutes im peripherischen Systeme in verschiedenen, besonders periodischen Lebenszuständen einzelner Organe; 7) der Gegensatz der peripherischen und centralen Blutbewegung in verschiedenen Lebenszuständen und Thierklassen, 8) die selbstständige parasitische Entwickelung und Isolirung des peripherischen Gefässsystems in parasitischen krankhaften Bildungen (Warzen, Polypen, Angiectasien).

IV. Blutlauf durch die Venen.

Der venöse Blutstrom bildet, wie der arterielle, eine ununterbrochene Säule, welche das ganze venöse Gefässsystem von den feinsten Venenwurzeln durch die Stämme und das rechte Herz bis zu den letzten Aestchen der *art. venosa* in den Lungen ausfüllt und von den contractilen Venenwänden stets dicht umschlossen wird. Bei der jedesmaligen Systole des Herzens bewegt sich diese Blutsäule um so viel weiter, als der Rauminhalt der Blutmasse, die bei jeder Contraction vom rechten Herzen in die Lungenarterie ausgestossen wird, beträgt, denn ebensoviel dringt bei der nächsten Systole aus den Hohlvenen wieder ins Herz. — Der Lauf des Blutes in den Venen, welcher in den Wurzeln gleichförmig, in den Stämmen aber deshalb, weil sich dieselben nur während der Diastole entleeren können, remittirend ist (nicht wie in den Arterien wegen der Systole des Herzens), nimmt von der Peripherie nach dem Herzen hin allmälig an Schnelligkeit zu, da die Capacität der Gefässstämme geringer ist, als die Capacität der Summe der Zweige, welche in sie einmünden. Im Vergleiche mit dem Blutlaufe in den Arterien ist der in den Venen weit (2—3mal) langsamer und unregelmässiger, und dies kommt daher, weil die Capacität des venösen Gefässsystems grösser ist, als die des arteriellen; weil ferner die Venen eine grosse Menge von Anastomosen unter sich eingehen und weil das Blut aus den Capillargefässen nach der verschiedenen Thätigkeit der Organe ungleich in die Venen einströmt. Auch hat die langsamere Strömung ihren Grund noch darin, dass die Venen (mit Ausnahme der Kopfvenen) mit ihren schwächern Wänden die Schwere des Blutes zu überwinden haben, indem sie die Blutsäule in die Höhe schieben müssen.

Die **Ursache** der Blutbewegung im venösen Systeme liegt zunächst wohl im Herzen, hauptsächlich aber auch in der respiratorischen Thoraxthätigkeit und ohne Zweifel auch im perpherischen Gefässsysteme, da dieses unabhängig vom Herzen Blut in verschiedener Menge aufnehmen und wieder fortschaffen kann, und da in dem venösen Systeme der Mollusken und Krebse das Blut sowohl ohne Herz als ohne Lungen sich bewegt (so auch bei herzlosen Missgeburten). Das Herz wirkt hierbei nach Einigen blos (als Druckwerk) durch seine Contraction, indem es durch die *vis a tergo* die Blutsäule im ganzen Gefässsysteme fortschiebt; nach Andern hat aber auch die Erweiterung desselben (als Druck- und Saugwerk) Einfluss auf den Venenblutlauf. Wenn sich nämlich die Atrien

nach ihrer Entleerung wieder ausdehnen, so entsteht in ihnen ein leerer Raum, in welchen das Blut aus den Venen einströmen muss, indem es hier keinen Widerstand findet, während es in den Venen dem Drucke der Atmosphäre und der Venenwände ausgesetzt ist. Diese Ausdehnung ist nun aber eine rein passive und das Blut wird nicht aus den Venen in das Atrium gepumpt, sondern durch die mit musculösen Wänden versehenen Venenstämme hinein gepresst. Auch gehörten zu einer hydraulischen Einsaugung harte Röhren und eine Oeffnung an dem Ende der einsaugenden Röhre, wo sie die Flüssigkeit aufnimmt, damit bei aufgehobenem Luftdrucke an dem einen Ende der Röhre der Druck der Atmosphäre auf die Flüssigkeit diese hineintreiben kann. Diese Erfordernisse fehlen hier, und deshalb wird auch die von *Barry* angenommene einpumpende Wirkung des Herzens nicht als Hülfsmittel für den venösen Blutlauf angesehen werden können. Unterstützt wird noch der Venenstrom in seiner Bewegung: durch die Contractilität der Venenwände (s. S. 426), welche in der Ringfaserhaut ihren Sitz hat, und durch die Klappen, welche so angeordnet sind, dass sie nur den Blutfluss von der Peripherie nach dem Herzen hin gestatten, sich aber dem Rückflusse widersetzen. Auch die Contraction der Muskeln kann da, wo die Venen zwischen Muskeln liegen, durch Compression der Venen die Blutbewegung in diesen beschleunigen.

Stromkraft des venösen Blutes *(Spengler, Mogk, Hamernjk)*. Der Druck, unter welchem sich das Blut in den Arterien bewegt, ist, wie oben gesagt wurde, von verschiedenen Factoren, besonders von der Contraction des Herzens und der Arterien, sowie von den Exspirationsbewegungen des Thorax abhängig. Es nimmt derselbe gegen die Peripherie (Capillaren) hin immer mehr ab, da die Respirations- und selbst Herzbewegungen an Einfluss verlieren, bis endlich das Blut der Arterien bereits vor den Capillaren die Differenzen seiner Stromstärke verliert und deshalb sich continuirlich und gleichmässig bewegt, und so durch die Capillaren in die Venen gelangt. Hier wird es durch den Rest seines hydrostatischen Druckes zum Herzen weiter befördert. Daraus folgt, dass der venöse Blutstrom, insoweit derselbe mit der Stromkraft des Blutes in den Arterien zusammenhängt, ein continuirlicher sein muss, dass in demselben in dieser Beziehung keine Verstärkungen vorkommen können, dass derselbe der jedesmaligen Stromkraft des arteriellen Blutes proportional sei, und dass die zufällig am venösen Strome vorkommenden Verstärkungen in anderen Bedingungen begründet sein müssen, wie z. B. in der In- und Exspiration (bei den im und am Thorax liegenden Venen), in der Muskelcontraction. — Es ist also das Venensystem hinsichtlich der Spannung seines Blutstromes von den Arterien wesentlich verschieden und nach *Hamernjk* nicht als ein System, sondern als eine Combination verschiedener Systeme zu betrachten, wo in jedem der Blutstrom unter einem andern Drucke steht und sich nach einem andern Mechanismus bewegt. Diese verschiedenen Partieen sind folgende: *a)* die Venen der Extremitäten und des untern Theiles des Rumpfes; in ihnen rühren die Verstärkungen der Blutströmung von Muskelcontractionen her; *b)* die Halsvenen, die Venen am äussern Umfange des Thorax und jene, welche mit der untern Hohlvene unmittelbar zusammenhängen; in ihnen wirkt die Aspiration des Thorax und zum Theil die Schwere des Blutes; *c)* die in der Brusthöhle gelegenen Venenstämme; hier hat der Druck und die Strömung des Blutes die meiste Aehnlichkeit mit den Verhältnissen der Arterien; in ihnen finden sich continuirliche Undulationen, welche von den Volumsveränderungen des Thorax und Herzens bedingt sind. — Was den Einfluss der Contractilität der Venenwandung auf den venösen Blutstrom betrifft, so fand *Mogk*, dass ganz und gar keine Einwirkung der Wände auf den venösen Strom stattfindet, wenn das Blut ohne Hinderniss in den Venen strömen kann; dass aber, so wie ein Hinderniss in der Strömung eintritt, auch sofort eine Wirkung der Wände auf den Blutstrom sich geltend macht. Es gleicht sonach der gewöhnliche Strom in den Venen wesentlich dem Strome in

Brunnenröhren und weicht ganz von der Stromart in den Arterien ab. Der Zweck der Elasticität und Contractilität der Venenwände scheint also blos der, dass dieselben die venöse Blutsäule begränzen und sich der Blutmenge anpassen können. Dass die aus sehr wenig contractilem Bindegewebe construirten Klappen durch ihre allseitige Verengerung das Blut fortschieben sollten, ist ganz unmöglich. Sie lassen nur bei Steigerung des hydrostatischen Druckes der venösen Blutsäule (z. B. bei Muskeldruck oder bei der exspiratorischen Thoraxverengerung) das Blut nicht nach rückwärts entweichen. — Ein Einfluss der Capillargefässe auf den Venenstrom, bestehend in Contraction derselben, oder gar in Attraction und Abstossung des Blutes, lässt sich weder physikalisch noch physiologisch nachweisen.

Venenpulsation. Eine dem Arterienpulse ähnliche Erscheinung kommt an den Venen wohl nicht vor, wenn nicht beim directen Uebergange des arteriellen Blutes, durch eine Communicationsöffnung zwischen benachbarter Arterie und Vene, in das venöse Blut (wie beim *varix aneurysmaticus* oder *aneurysma varicosum*). Man will zwar einen, dem Arterienstosse ähnlichen Venenpuls, selbst in Hautvenen, beobachtet haben, die mit dem Arterienpulse synchronisch war und ihren Grund in einer Erweiterung der Capillargefässe haben sollte, so dass sich nun der Puls der Arterien durch die Haargefässe bis auf die Venen fortpflanzen konnte; allein dem dürfte wohl kaum so sein. — Eine active Venenpulsation soll sich constant an den mit musculösen Wänden versehenen Hauptvenenstämmen in der Nähe des Herzens zeigen und von der Contraction derselben herrühren, durch welche das hier während der Systole des Herzens angesammelte Blut bei der Diastole absatzweise in die Atrien geschafft wird. Es soll sich ferner dieses absatzweise Zuströmen des Blutes selbst auf entferntere grössere Venen (Armvenen) erstrecken (?). — Ein rhythmisches Anschwellen der Venen in der Nähe des Thorax (besonders der Halsvenen) kann seinen Grund haben: *a)* entweder in einer Insufficienz der Tricuspidalklappe und der Klappen am Ursprunge der *vena anonyma*, wobei das Blut aus dem Herzen in die Venen zurückgetrieben wird und dann die Anschwellung synchronisch mit der Systole des Herzens ist; oder *b)* in einem Zurückdrücken des Venenblutes aus dem Thorax bei der Exspiration, wo dann aber ebenfalls eine Insufficienz der Venenklappen am Eingange des Brustkastens nothwendig ist. Einige behaupten auch, dass bei selbstständiger Contraction des rechten hypertrophischen Vorhofs (bei Stenose des rechten *ostium venosum*), oder in Folge von Hinaufwölben der Tricuspidalklappe in das rechte Atrium eine pulsatorische Bewegung der Halsvenen zu Stande kommen solle (?). Auch dann müssten die Venenklapen am Eingange des Thorax insufficient sein, was aber sehr selten vorzukommen scheint. — Der gewöhnlichste, mit Pulsation verwechselte Zustand der Venen in der Nähe des Thorax (der Hals- und Thorax-Venen) ist ein undulirendes Bewegen zugleich bei Ausdehnung und Blutüberfüllung derselben, in Folge gehinderter Entleerung des Blutes in das rechte Herz und von Hindernissen im kleinen Kreislaufe. Die Undulation rührt dann entweder vom Stosse der benachbarten grossen Arterie her, oder von dem bei starker Herzsystole oder tiefer Exspiration bis gegen die Venenklappen am Thoraxeingange zurückgedrängten Hohlvenenblute.

Tönen der Venen. Wie bei den Arterien kommt es vor, dass die Wände in tönende Vibrationen versetzt werden können. Nur entsteht durch die Schwingungen der Venenwand kein (diastolischer) Ton oder rhythmisches, mit dem Pulse synchronisches Geräusch, sondern ein ununterbrochenes summendes, zischendes oder selbst fein musikalisches Murmeln, welches bei Beschleunigung des Venenblutstromes an Stärke zunimmt. Man findet ein solches Venengeräusch (Nonnen- oder Teufelsgeräusch) nicht immer, sondern nur, wie es scheint, bei krankhaften Zuständen, am häufigsten bei blutar-

men Subjecten in der (vorzugsweise rechten innern) Jugularvene, doch auch in der Arm- und Schenkelvene; vielleicht gehört das in den Becken- oder Uterinvenen Schwangerer hörbare, sogenannte Uterinal- oder Placentargeräusch hierher. Druck und Verschiebung von Venen (durch Geschwülste, Aneurysmen) scheint zur Entstehung des Venengeräusches ebenfalls Veranlassung geben zu können. So hörte Verf. an einem Aneurysma der Schenkelarterie ein sehr starkes, für ein aneurysmatisches gehaltenes Geräusch, was nur ein Venengeräusch war (wie die Compression der Vene und die Operation deutlich ergab). Noch ist unbekannt, was die eigentliche Ursache dieser tönenden Vibrationen der Venenwand ist.

Blutbewegung im Pfortadersystem. Die, blos dem Systeme der Verdauungsorgane angehörige Pfortader (s. Bd. I. S. 418), welche wie eine Vene von den Verdauungswerkzeugen entspringt und sich in der Leber wie eine Arterie verbreitet, stellt einen kleinern venösen Blutbaum dar, der dem grossen, dessen Stamm im rechten Herzen, die Wurzeln im peripherischen Systeme des Körpers und die Zweige in den Lungen sich befinden, anhängt und ihn gleichsam wiederholt. Die Pfortaderverzweigung in der Leber entspricht nämlich der in den Lungen, und die Wurzeln der *ven. portae* an den Verdauungsorganen denen des peripherischen Körper-Systems; nur besitzt der Stamm der Pfortader nicht wie der grosse Venenbaum ein Herz und es hat deshalb die Blutbewegung in der Pfortader Aehnlichkeit mit der Circulation bei den Krebsen und vielen Mollusken, wo das ganze Venensystem ohne Herz ist. — Wegen seiner Anastomosen mit Zweigen der *vena cava inferior* (aber nur am untern Ende des Darmkanals), ist das Pfortadersystem nicht vollkommen von dem Hohlvenensysteme abgeschlossen; so finden sich Verbindungsäste zwischen der *ven. haemorrhoidalis interna* und den übrigen *venae haemorrhoidales*, und nach *Retzius* haben die Venen des queren und absteigenden Colon mit der untern Hohlvene Gemeinschaft. — Das Blut der Pfortader (s. S. 468), welches ohne Nachtheile viel fremdartigere Stoffe aufnehmen kann, als das Blut der übrigen Venen, weil diese Stoffe beim Durchgange durch die Leber noch verarbeitet und unwirksam gemacht werden, muss langsamer, als das der übrigen Venen fliessen. Der Grund dieser langsamen Blutbewegung im Pfortadersysteme (welche zu Stockungen disponirt) liegt, abgesehen davon, dass das Blut in die Höhe fliessen muss, theils darin, dass dasselbe noch ein zweites Haargefässnetz (innerhalb der Leber) zu passiren hat, theils in der schwerern und fettigen Beschaffenheit des Pfortaderblutes selbst. Dieser langsame Blutlauf ist nach *Schultz* insofern von Nutzen für die Function der Pfortader (d. i. für das Mausern des Blutes durch Zerfallen der alten Blutkörperchen), als sich die älteren und deshalb schwerern Körperchen im wässrigen Plasma senken und von den jüngeren, leichteren trennen können. Die ältern können sich so sammeln und auflösen, während die jungen im Strome forteilen. — Abhängig ist der Blutlauf in der Pfordader: zunächst, wie der in allen übrigen Venen, von der Herzkraft; sodann vorzüglich auch von der Thoraxaspiration, durch welche das Blut der untern Hohlader und Lebervenen in den Brustkasten hineingesogen wird; ferner vom Druck der Bauchmuskeln und Därme, bei Contraction derselben; vielleicht auch vom Druck des Leberarterienblutes, insofern dieses in die Capillaren der Pfortader innerhalb der Leber mit einströmt; und möglicher Weise von der Milz, welche mit sehr vielen (glatten) Muskelfasern in ihrem Gewebe versehen ist und vielleicht durch ihre Contraction das Milzvenenblut mit einiger Kraft in die Pfortader und Leber treibt. Für die Hypothese, dass die Milz eine Art Herz für den Pfortader- und Leberblutlauf sei, spricht vielleicht noch der Umstand, dass Milz und Leber sehr häufig zu gleicher

Zeit erkrankt gefunden werden, und dass die Milz bei dem Menschen, dessen Lebersystem vertikal gestellt ist, im Verhältniss zur Leber doppelt so gross ist, als bei den vierfüssigen Thieren, wo dieses System eine horizontale Richtung hat; sie soll auch bei Thieren um so grösser sein, je länger das Vordertheil und je kürzer das Hintertheil des Körpers ist (s. bei Milz). — Uebrigens existiren bei manchen Thieren zur Beförderung des Blutes in den Venen eigenthümliche Venenherzen (z. B. beim Aal das Caudalherz).

Circulatorische Thoraxthätigkeit.

Die abwechselnde Erweiterung und Verengerung des Brustkastens mit dem davon abhängigen Aufblähen und Zusammensinken der Lungen bei der Respiration übt insofern auf die Circulation des Blutes (sowie auf den Lauf der Lymphe) einen sehr grossen Einfluss aus, als durch die Erweiterung des Thorax und der Lunge das in deren Nähe befindliche Blut (resp. Lymphe) in diese Theile eingesogen (d. i. die Thorax- und Lungenaspiration) und bei deren Zusammenfallen, wegen der den Rückfluss hindernden Klappen vorwärts gedrückt wird. Der Thorax wirkt also während der Inspiration als Saugpumpe und während der Exspiration als Druckpumpe. Die hierbei besonders wichtigen Vorrichtungen sind: der Klappenapparat am Zusammentritt der Jugular- und Schlüsselbeinvenen, die Einrichtung zum Verschluss der untern Hohlader durch die Leber, die Klappen an der Lungenarterie und Azygosvene, die Befestigung der Venen an der Peripherie des Thorax, wodurch bei der Erweiterung des Thorax eine aspirirende Verlängerung und vielleicht auch eine Compression in der Gegend der Befestigung derselben zu Stande gebracht wird.

Klappenapparat am Ursprunge der Anonyma. Da, wo die *vena jugularis interna* und *subclavia* zur *vena anonyma* zusammenfliessen, und diess findet am Eingange des Thorax hinter dem Brustbein-Schlüsselbeingelenke statt, sind die genannten Venen an die erste Rippe und das Schlüsselbein durch die Halsfascien unverschiebbar und fest angeheftet, und hier finden sich stets mehrere Klappen in den Venen, welche ebensowohl die Strömung des venösen Blutes von der Brusthöhle rückwärts, als auch aus einer dieser Venen in die andere verhindern, sich somit jedem Rückflusse des Blutes widersetzen. Bei der Exspiration, wo ein ziemlich bedeutender Druck auf die mit Blut erfüllten Venen im Innern des Thorax stattfindet, sowie durch die Systole des rechten Herzens bei Insufficienz der Tricuspidalklappe kann das Blut in der obern Hohlader und *venae anonymae* nur bis zu diesen Klappen zurückgetrieben werden, es müssten denn dieselben selbst insufficient sein, was sehr selten vorzukommen scheint (weshalb auch ein eigentliches Pulsiren, mit der Herzsystole oder Exspiration synchronisch, an den Jugularvenen nicht oft beobachtet wird; s. S. 502). Es stemmt sich sonach im Normalzustande die Blutsäule der obern Hohlader an diesen Klappenapparat und wird deshalb beim Drucke des sich verengernden Thorax vorwärts getrieben.

Die *vena azygos* und *hemiazygos* sind an ihrer Durchtrittsstelle durch das Zwerchfell mittels eines kurzen festen Zellgewebes unverschiebbar an die Wirbelsäule befestigt und können hier vielleicht bei der Exspiration durch das in die Höhe steigende Zwerchfell comprimirt werden. Jedenfalls hindert die gutschliessende zweitaschige Klappe in der Nähe der Einmündung der Azygos in die obere Hohlvene den Rückfluss des Blutes aus dieser in jene, so dass also auch hier bei der Exspiration ein Anstemmen der venösen Blutsäule erfolgt.

Die **untere Hohlader** ist ebenfalls bei ihrem Durchtritte durch das *foramen quadrilaterum* ligamentös an das Diaphragma befestigt und kann, sobald das Zwerchfell bei der **Exspiration** sich nach oben wölbt, sammt dem viereckigen Loche durch Zerrung verengert werden, zumal da gleichzeitig die Leber nach aufwärts und rückwärts gegen die Hohlader gepresst wird. So muss auch in dieser Vene bei der Exspiration der Rückfluss des Blutes aus der Brusthöhle verhindert und der gedrückten Blutsäule ein Stützpunkt geboten werden. Eine Klappe findet sich hier in der untern Hohlader nicht. Sollte also das Blut doch in dieser Vene zurückströmen (vielleicht bei sehr heftigen Exspirationsmodificationen), so findet es erst an der Beckengränze Venenklappen zur Stütze. Es kommt übrigens hierzu noch, dass während der Exspiration der Bauchtheil der Hohlader sich füllt (denn es wird hierbei dieselbe durch den Zug des Zwerchfells verlängert, dem Blute derselben ein grösserer Raum geboten und somit der Druck, unter dem es steht, verringert; das schwerer belastete Blut der untern Extremitäten dringt deshalb in die Hohlader ein), daher die Kraft des aufwärts gehenden Stromes dem von der Brust her kommenden widerstrebt. — Bei der **Inspiration** fliesst das Blut der *vena cava inferior* nicht blos durch den Herzdruck und die Aspiration des Thorax (in Folge des *horror vacui*), wie das Blut der obern Hohlader, in die Brust ein, sondern es hilft hierbei auch noch das Herabtreten des Zwerchfells und die Verkürzung des Bauchraumes. Es wird nämlich die untere Hohlader dadurch in der Richtung ihrer Längenachse gestaucht, das in ihr enthaltene Blut geräth unter einen stärkeren Druck, und indem am Beckenaustritt die Klappen den Rückfluss verhindern, überdies in dem Brusttheile des Gefässes der Druck gleichzeitig unter das Mittel gesunken ist, so nimmt der Inhalt der Bauchhohlader seinen Weg in die obere Abtheilung dieser Vene (*G. Weber*).

Die **Semilunarklappen der Lungenarterie.** Bei der **Inspiration** dehnt sich der Brustkorb allseitig aus und mit ihm die Lungen. Es erleiden dadurch neben den Hohlvenen besonders auch die Lungengefässe eine Ausdehnung; nicht so die Aorta, da das Herz den Bewegungen des Zwerchfells folgt. Hierdurch wird der Druck, unter dem das Blut der Hohlvenen und Lungengefässe steht, ein bedeutend kleinerer als der ist, welcher dasselbe in den übrigen Körpertheilen belastet; es weicht die Blutmasse nach dieser relativ druckfreien Stelle aus und strömt in die Hohladern und Lungengefässe ein, was man auch Aspiration des Thorax und der Lungen genannt hat. — Bei der **Exspiration** verengt sich der Thorax wieder, das in demselben enthaltene Blut geräth in eine Presse, welche es aus dem Brustkasten und resp. aus den Lungen austreiben muss, da der Rückfluss desselben durch die Klappen am *ostium pulmonale*, sowie durch die genannten Vorrichtungen an den Venen gehindert ist. Die *valvulae pulmonales* sind sonach zum Vorwärtsbewegen des Blutes durch die Lungen in das linke Herz von der grössten Wichtigkeit, und wenn an ihnen (bei Insufficienz derselben) das Blut seinen Stützpunkt verlöre, so müsste dann die Tricuspidalklappe diese Stütze abgeben. Bei gleichzeitiger Insufficienz der Pulmonal- und Tricuspidal-Klappe, welche aber noch nicht beobachtet worden ist, müsste das Blut aus den Lungen in die Hohlvenen zurückgetrieben und so der kleine Kreislauf fast aufgehoben werden (*Hamernjk*).

Unter den aufgeführten Verhältnissen muss von der Respiration das Strömen des Blutes auch durch das Herz mit abhängig sein, und es erklärt sich hieraus der Einfluss des Athmens auf die Herzbewegung. Je rascher das Blut in das Herz einströmt, desto schneller muss dasselbe seinen Inhalt vorwärts treiben, desto frequenter wird der Puls werden. — Wenn eine Inspirationsbewegung mit der Systole des Herzens zusammenfällt, so kann durch die zu dieser Zeit offene Pulmonalklappe die Aspiration der Lunge sogar bis in die rechte

Kammer reichen, doch nicht weiter, da bei der Systole des rechten Ventrikels die Tricuspidalklappe geschlossen ist. Fällt aber eine Inspirationsbewegung mit der Diastole des Herzens zusammen, so kann die Lunge blos bis zur Pulmonalklappe das Blut aspiriren, da diese jetzt geschlossen ist.

[Weiteres s. später bei Respiration.]

Nonnengeräuschgegend (nach *Hamernjk*). Die beiden Köpfe des *m. sternocleidomastoideus* entspringen getrennt von einander und lassen deshalb eine Lücke zwischen sich, die am Halse über der *articulatio sterno-clavicularis* als eine mehr oder weniger tiefe Grube (*fossa intersternocleidomastoidealis*, Zwischenkopfnickergrube), besonders bei tiefen Inspirationen (weil sich dabei die dahinterliegende Jugularveue entleert) und weit mehr auf der rechten Seite und beim weiblichen Geschlechte, bemerkbar wird. [Sie tritt auch dann besonders deutlich hervor, wenn bei Athmungsbeschwerde der Kopfnicker thätiger und hypertrophisch wird und gespannter vorspringt, wobei zugleich auch die Kehl- und Oberschlüsselbein-Grube sich vertiefen.] Diese Grube deutet einen unter den Hautdecken, der *fascia colli* und einer mässigen Fettlage befindlichen 3eckigen Raum (*interstitium intersternocleidomastoideale*) an, in dessen Tiefe man auf die *vena iugularis interna* trifft. Ausserdem finden sich unter den diesen Raum nach aussen und innen begränzenden Muskeln (aussen der *m. cleidomastoideus*, innen der *m. sternomastoideus*, *sternohyoideus* und *sternothyreoideus*) noch die *ven. subclavia*, *art. carotis* und *subclavia*, das obere Ende der *anonyma*, der *nerv. phrenicus* und *vagus* (mit dem *recurrens*), und das obere Ende der Pleura. Die Lage dieser Theile verhält sich auf der rechten Seite etwas anders als auf der linken. Hinter dem rechten *m. cleidomastoideus* liegt nämlich nur ein kleiner Theil der innern Jugularvene, während sie auf der linken Seite hier fast ganz ihre Lage hat (und deshalb hier nicht so leicht ausdehnbar ist); im rechten Zwischenkopfnickerinterstitium befindet sich die innere Jugularvene, und zwar fast ganz, sowie auch von lockerm Zellgewebe und Fett umgeben (weshalb sie auch hier leichter ausdehnbar ist); dagegen im linken die Carotis und nur ein kleiner Theil der Jugularvene; hinter dem *m. sternomastoideus* der rechten Seite verläuft die Carotis, während jener Muskel auf der linken Seite nur einen kleinern Theil der Carotis bedeckt. — In der Gegend der Verbindung der 1. Rippe mit dem Sternum fliessen die *ven. iugularis interna* und *subclavia* zur *anonyma* zusammen und hier sind die beiden erstern mit solchen Klappen versehen, dass von unten nach oben ein Rückfluss des Blutes unmöglich ist, (wenn nämlich diese Venenklappen nicht insufficient geworden sind, was an der Klappe der rechten *ven. iugularis*, der Art der Einmündung derselben in die *anonyma* und dieser in die Hohlader wegen, weit leichter als an der der *ven. subclavia* und linken *iugularis* vorkommt). Hiernach wird ein Anschwellen der Jugularvenen, ohne Insufficienz der Jugularklappe, nur durch Stockung des Blutes an dieser Klappe zu Stande kommen und sich nur allmälig nach oben bis zum Gesichte fortpflanzen können, während bei Insufficienz derselben ein Anschwellen ebensowohl bei der Exspiration, wie in Folge der Herzsystole (bei der Insufficienz der Tricuspidalklappe) möglich ist. Die genannten Venen sind an der Stelle ihres Zusammenflusses durch das tiefe Blatt der *fascia colli* sowohl an die 1. Rippe, als auch an die innere Fläche der *clavicula* fest und unverschiebbar angeheftet, und hier etwas eingeschnürt. Die rechte *ven. anonyma* ist kurz und geht in gerader Richtung nach oben in die innere Jugularvene, nach unten in die Hohlader über, während die linke, viel längere *ven. anonyma* sich unter einem Winkel mit der Jugular- und Hohl-Vene verbindet, ihr Blut also nicht so leicht abfliessen kann wie das der rechten Venen. Dagegen kann aber auch bei starkem Zurückdrücken des Blutes aus der Brusthöhle (durch heftige Exspirationen), oder überhaupt in Folge der Stockungen desselben während des Ausathmens, die rechte Anonyma und Jugularvene (der geraden Richtung und der grössern Nähe wegen) am leichtesten mit Blut überfüllt und die Klappe der letztern insufficient werden; deshalb finden sich auch die rechtseitigen Halsvenen stets ausgedehnter als die der linken Seite. Vorzüglich ist es die rechte innere Jugularvene, welche etwas oberhalb ihrer Klappe constant eine sackförmige Erweiterung erleidet, welche um so bedeutender ist, je öfterer und in je grösserer Menge das Blut hier stockte, ja die selbst eine Hühnereigrösse erreichen kann. Dieser Jugularsack stösst nach hinten an das *tuberculum caroticum* (an der vordern Wurzel des Querfortsatzes des 6. Halswirbels) und erleidet durch dasselbe eine mässige Einknickung, während an seinem obern Theile vorn der *m. omohyoideus* über ihn hinweggeht und ebenfalls eine Verengerung erzeugen kann. Bei Insufficienz der Jugularklappe (die sich bei Entartungen der Herzklappen gewöhnlich vorfindet) kann dieser Sack in Folge der durch die Exspiration (oder bisweilen auch durch die Herzsystole) zurückgedrängten Blutmasse eine bedeutende Aufblähung zeigen und dann die *fossa intersternocleidomastoidealis* ausfüllen. Auch können seine Wände durch den Blutstrom (sowohl durch den vor- als rückwärts gehenden) in ein Vibriren versetzt werden, welches ebensowohl gefühlt, als gehört werden kann (d. i. das Nonnengeräusch).

Absonderung, *secretio.*

Während das Blut langsam durch die dünnwandigen Capillargefässe (s. S. 420 u. 498) strömt, treten aus dem Plasma desselben mittels der Exosmose (oder specifischen Attraction?) flüssige Stoffe durch die Gefässwände aus, welche in Folge dieses Durchtrittes eine Umänderung eigenthümlicher Art erleiden und doppelter Natur sein können. Die einen sind nämlich fett- und proteinhaltig, eiweiss- und faserstoffreich und stellen die Bildungsflüssigkeit (s. S. 142) dar, durch welche die schon bestehenden Organentheilchen in Folge der fortwährenden Erneuerung ihrer Substanz in ihrer Integrität erhalten werden; die andern bilden dagegen in den verschiedenen Gebilden eigenthümliche und charakteristische, mehr oder minder flüssige Producte (d. s. Absonderungsproducte, Absonderungen, Secretionsflüssigkeiten; s. S. 142), die nicht als constituirende Bestandtheile des Körpers anzusehen sind, sondern theils zu besondern Lebensverrichtungen gebraucht und nach Erfüllung ihres Zweckes zum grossen Theil wieder (mittels der Aufsaugung) in das Blut zurückgebracht werden (d. s. *secreta*), theils vom Blute als unbrauchbar und dem Körper nachtheilig ausgeschieden und sogleich, ohne vorher noch zu einem Zwecke verwandt worden zu sein, aus dem Körper entfernt werden (d. s. *excreta*). Die Absetzung der Bildungsflüssigkeit bildet den Anfang der Ernährung (im engern Sinne), *nutritio;* unter der Ausscheidung der *se-* und *excreta*, welche durch den Bildungs- und Ernährungsprocess bedingt ist, begreift man den Process der Absonderung, *secretio* (die man wieder in *secretio* und *excretio* trennen kann).

Die Absonderung, vielleicht ein mehr regulirter, planmässiger, organischer Process als die einfachere, physikalisch-chemische Durchschwitzung *(transsudatio)*, kann nun entweder in Ausscheidung von gasförmigen Stoffen (d. i. Aushauchung, Ausdünstung, *exhalatio, perspiratio*), oder von tropfbarflüssigen Stoffen (d. i. Ausschwitzung, *exsudatio*) bestehen, und entweder in Zellen (*ovula Graafiana*, die Zellen im Fettzellgewebe), auf Häuten (äussere Haut, Schleim- und seröse Häute), oder durch Vermittelung eigenthümlicher Organe, in Drüsen (s. in der Splanchnologie) erfolgen. In allen diesen Arten von Absonderungsorganen geschieht aber die Secretion auf einer Fläche, denn auch die complicirteste Drüse ist eine im kleinsten Raume construirte Fläche. *Valentin* nimmt deshalb ausgebreitet flächige (Häute) und concentrirt flächige Secretionsapparate (Drüsen) an; auf ersteren, welche stets aus Fasern gewebte, permeable und an ihrer freien Oberfläche mit Epithelium, an der entgegengesetzten Fläche mit Capillarnetzen versehene Häute sind, scheint mehr eine Durchschwitzung (besonders von gasartigen und wässrigen Stoffen) zu Stande zu kommen, deren Product, nach der Grösse der Fläche in grösserer oder geringerer Menge abgesetzt, beim Zutritte der Luft sich entweder theilweise oder auch völlig verflüchtigen, oder, wenn es in Höhlen verschlossen wird, condensiren und mit andern Stoffen des Blutes geschwängert werden kann; in den Drüsen sollen dagegen die wahren Absonderungen bereitet werden. Der Zweck, welchen die Absonderungen haben, ist folgender: *a)* das zur Bildung Unnütze auszuschliessen (Schweiss, Urin, Lungenausdünstung); — *b)* eine die Assimilation fremder Stoffe begünstigende Flüssigkeit zu bilden (Galle, Speichel, pancreatischer, Magen- und Darmsaft); — *c)* einen Stoff, indem er abgesondert und eine

Zeit lang im Körper verhalten wird, zu veredeln und dann wieder in das Blut aufzunehmen (Fett? s. S. 136); — *d)* eine die innere und äussere Oberfläche gegen die Aussenwelt schützende Materie zu bilden (Schleim, Hautschmiere); — *e)* eine Flüssigkeit zu bereiten, welche eine Beweglichkeit innerer Organe an einander zulässt und doch eine Verwachsung zwischen denselben verhütet (*Synovia*, seröser Dunst); — *f)* Stoffe zur Vermittelung zwischen Individuum und Gattung zu erzeugen (Samen, Ei, Milch, Saft der Prostata und Cowperschen Drüsen); — *g)* für Sinnesorgane bestimmte Materien zu bilden, welche die Function derselben unterstützen und erleichtern (*humor aqueus*, *Morgagnii* und *vitreus* im Auge, *endo-* und *perilympha* im Ohre; Ohrenschmalz, Thränen, Augenbutter). — Die Materien, welche ausgeschieden werden, sind entweder *secreta* oder *excreta*.

a. **Secreta**, d. s. Materien, welche in Höhlen ergossen werden *(humores inquilini)*, wo sie besondere Verrichtungen unterstützen, dann wieder eingesogen und ins Blut zurückgeführt, oder wenigstens nur zum Theil aus dem Körper entfernt werden. Sie sind im Blute nicht unmittelbar enthalten, sondern werden erst in eigenthümlichen Organen, vielleicht durch einen chemischen Process aus den nähern Bestandtheilen des Blutes erzeugt, wie: Galle, Speichel, Schleim, Magen- und Darmsaft, pancreatischer Saft u. s. w. Sie sind meist alkalischer Natur und können nach Zerstörung ihres Absonderungsorgans nicht von einem andern Organe bereitet werden und ihr Zurückgehaltenwerden im Blute schadet entweder gar nicht oder nur mittelbar, indem der Zweck, den sie haben, unerfüllt bleibt.

b. **Excreta** *(humores excrementitii)*, d. s. Materien, die als solche bereits im Blute vorhanden waren und nach ihrer Entfernung aus demselben auch sogleich den Körper verlassen müssen, ohne vorher zu irgend einem Zwecke gedient zu haben, wie Urin, Schweiss und Lungenausdünstung (vielleicht Menstruation). Sie reagiren sauer; nur sie können sich nach Zerstörung ihres Ausscheidungsorganes aus dem Wege des Kreislaufs allenthalben durch Exsudation absetzen, weil ihr Zurückgehaltenwerden im Blute eine unmittelbare Störung des Gesammtorganismus hervorrufen würde. Die wesentlichsten Bestandtheile der Excretionen sind theils die in das Blut von aussen gelangenden, theils in demselben aus seiner Veränderung entstehenden Salze, ferner die Harnsäure, der Harnstoff und azothaltige Extractivstoffe.

Act der Absonderung. Jede Absonderung erfolgt, wie vorher gesagt wurde, aus dem Blute und zwar (mit Ausnahme der Gallenabsonderung, die wohl zum grössten Theil vom Pfortaderblute geschieht) aus dem arteriellen Blute, doch aber nicht so, dass die abzusondernde Materie durch die Gefässwände hindurch direct auf die Absonderungsfläche tritt, sondern sich immer vorher erst in das, zwischen der Gefässwand und der Absonderungsfläche befindliche Parenchym des Secretionsorganes imbibirt, welches entweder eine einfache permeable Haut (bei den Durchschwitzungen), oder eine zusammengesetztere Drüsensubstanz (bei den wahren Absonderungen) sein kann. Hier scheint nun eine Mischungsveränderung des imbibirten Fluidums (d. i. das Secretionsmenstruum, die Mutterflüssigkeit) vor sich zu gehen, vielleicht dadurch, dass entweder ein Theil der dieselbe constituirenden Materien zur Bildung des Parenchyms verwandt wird, der andere dagegen das Secret bildet; oder indem die die Grundlage des Absonderungsorganes bildenden Zellen Veränderungen (der Kerne, des Zelleninhaltes u. s. w.) eingehen. Es kann aber vielleicht auch das Secret blos der für die Ernährung des Secretionsorganes nicht ganz verbrauchte specifische Bildungsstoff sein; man will wenigstens das Parenchym mehrerer Absonderungsorgane hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung ganz gleich mit der in diesem Organe bereiteten Absonderungsflüssigkeit gefunden haben. Hiernach würde also den Secretionsorganen (deren Bestandtheile eine freie Fläche, ein Capillargefässnetz und ein zwischen beiden befindliches Gewebe sein müssen) ein grosser Antheil an der Bildung der Absonderungsstoffe zuzuschreiben sein; dagegen sehen manche Chemiker diese Organe nur als Filtrirapparate an,

durch welche, in Folge einer besondern Adhäsion, die im Blute schon vorgebildeten Ausscheidungsstoffe hindurchfiltrirt werden. Welche von beiden Ansichten die richtigere, ob nämlich die Secrete blosse Educte aus dem Blute und der Nahrungsflüssigkeit, oder Producte der Absonderungsorgane seien, lässt sich noch nicht entscheiden; einige der Secretionsstoffe (wie Harnstoff, Gallenfett) will man allerdings im Blute nachgewiesen haben, von andern (wie vom Wasser) ist es auch höchst wahrscheinlich, dass sie unmittelbar aus dem Blute und der Nahrungsflüssigkeit kommen, allein die specifischen organischen Secretions-Materien dürften wohl nur erst bei und durch den Durchtritt durch die Drüsenmasse in ihren eigenthümlichen Elementarverbindungen entstehen. — Der Einfluss, den die Nerven auf den Absonderungsprocess haben, ist noch sehr in Dunkel gehüllt. Dass aber die Nerven Einfluss darauf äussern, lehrt schon die tägliche Erfahrung, denn es können Nervenaffectionen in kurzer Zeit die Absonderungen qualitativ und quantitativ verändern; so entsteht Weinen bei traurigen und freudigen Gemüthsaffecten, Verminderung oder selbst Stockung und Verschlechterung der Milchabsonderung bei Schreck, Aerger u. dergl. Doch bedingt Aufhören der Nerventhätigkeit eines Absonderungsorganes noch nicht Aufhören der Absonderung, wohl aber Modificationen derselben. So enthält der Harn (nach *Kriemer* und *Brachet*), nach Durchschneidung der Nierennerven, Eiweiss und Blutfarbestoff, seine eigenthümlichen Bestandtheile sind aber vermindert. Auch hinsichtlich des Charakters der Nerven, welche auf die Absonderungen von Einfluss sind, weiss man noch nichts Bestimmtes; gewiss ist, dass sowohl motorische, als sensible und sympathische Nervenfasern in die Secretionsorgane eintreten. Nach *Mandl* sollen alle Absonderungsorgane, welche vorherrschend Nerven aus dem Cerebro-Spinalsysteme erhalten, eine alkalische Secretion haben, wie: Thränen- und Speicheldrüsen, Schleimhaut der Nase, des Pharynx, der Speiseröhre, des Colon und Rectum, des Gebärmutterhalses, der Harnblase und die Brüste. Dagegen sollen die Secretionsorgane, welche mit Zweigen des Sympathicus versorgt werden, saure Fluida absondern, wie: Magen, Dünndarm, Coecum, Gebärmutterkörper, Scheide, Nieren, Pancreas. Die Leber bereitet ein saures und ein alkalinisches Fluidum, weil sie von beiden Nervensystemen Aeste bekommt. Die Haut nur macht eine Ausnahme, doch ist es vielleicht der Einfluss der Luft, welcher den Schweiss sauer macht.

Die Quantität der verschiedenen Absonderungen zusammengenommen entspricht im gesunden Zustande innerhalb eines bestimmten Zeitraums der Quantität des von aussen in den Körper Aufgenommenen. Wird auch die Normalmenge des Aufzunehmenden überschritten, so hat der Körper nach 24 Stunden doch sein früheres Gewicht wieder. *Sanctorius* erhielt durch 30jährige Wägungen das Resultat, dass ein Erwachsener, welcher täglich 8 ℔ Speise und Trank zu sich nimmt, 5 ℔ durch Haut und Lungen, 3 ℔ durch Darm und Nieren ausstösst. *Dalton* erhielt bei einer täglichen Consumtion von 91 ℥: aus den Nieren 48½ ℥, durch Haut und Lungen 37½ ℥, als Faeces 5 ℥. Uebersteigt die Menge der Absonderungen die des Aufgenommenen, so tritt Verminderung der Ernährung, Abmagerung, ein. — Sollte sich die eine oder die andere Absonderung vermindern, so wird meist sogleich eine andere, gewöhnlich eine bestimmte, verstärkt und umgekehrt (d. i. der Antagonismus der Se- und Excretionen, welcher auch als Heilmittel benutzt wird); in einem solchen antagonistischen, vicariirenden Verhältnisse stehen: die Haut und die Nieren, die Haut und der Darmkanal, die Leber und die Lungen. Diese Compensirung der Absonderungen ist insofern von grossem Vortheile, als sonst leicht aus einer Vermehrung oder Verminderung der Secrete ein Nachtheil für das Blut erwachsen könnte, von dem ja die Bildung aller Absonderungsstoffe, sowie die Ernährung abhängt. — Auf die Qualität des Secretes übt ausser der Grösse und Form der Absonderungsfläche auch noch die Beschaffenheit der Capillarwände, sowie die Qualität, die Menge, der Druck und die Geschwindigkeit des

Blutes (in den Haargefässen) einen grossen Einfluss aus. Je dünner und permeabler z. B. die Haargefässwände werden, desto leichter lassen sie die consistenteren Bestandtheile des Blutes durch sich hindurchtreten (z. B. Eiweiss im Urin bei Ausdehnung der Nierencapillaren); häuft das Blut sich in den Capillaren an, stockt es hier, so verwandelt sich das Secret in die sogenannten Entzündungsproducte (Exsudate).

Aufsaugung, *resorptio.*

Unter Einsaugung, Re- oder Absorption, versteht man im weitern Sinne des Worts: das Eindringen von flüssigen Substanzen in ein Gebilde von aussen nach innen, wobei sie einer strömenden Flüssigkeit zugeführt und mit dieser fortgeführt werden. Im engern Sinne des Worts wird darunter aber nur der, wegen des fortwährenden Stoffwechsels im thierischen Organismus durchaus nothwendige Uebergang von Wasser, Lymphe und Chylus (s. S. 448) in die capillaren Lymphgefäss- und Venenanfänge und das Ueberführen dieser Nahrungsflüssigkeiten in den Strom der Circulation verstanden. Es finden also bei der Resorption 2 Momente statt, nämlich: *a)* örtliche Aufsaugung, Eindringen von Flüssigkeiten in die Gefässenden, welches seinen Grund in der von der Porosität abhängenden Imbibition oder Enosmose (s. S. 32. 208) hat, und *b)* Fortführen des Imbibirten in einem Strome von Flüssigkeit. Demnach hängt also die stärkere oder schwächere Resorptionskraft eines Theiles nicht blos von dem Grade der Fähigkeit desselben schneller oder langsamer von einer bestimmten Flüssigkeit durchdrungen zu werden, sondern auch von der Schnelligkeit, womit das Eingesogene hinwegströmt, und demnach auch von der Quantität und Qualität der strömenden Flüssigkeit ab. Theile mit vielen Gefässen werden deshalb viel imbibiren können, weil das Imbibirte immer wieder fortgeführt wird; ferner werden die an das Capillargefässnetz gränzenden immer vollen Venenwurzeln schneller resorbiren, da der Blutstrom in ihnen stärker, als der Fluss der Lymphe in den oft leeren Lymphgefässen ist. — Die Stoffe, welche resorbirt werden, sind nicht nur nothwendig oder zufällig im Organismus erzeugte, sondern auch fremde Materien, nur müssen sie eine flüssige oder gasförmige Form haben; doch wird nicht etwa alles Flüssige resorbirt.

Die **Aufsaugungsorgane** des menschlichen Körpers sind insofern die Lymphgefässe (s. S. 433) und Venen oder Capillargefässe (s. S. 424 u. 428), als dieselben die in den verschiedenen Geweben imbibirten Flüssigkeiten in ihrem strömenden Inhalte fortführen. Den letztern schrieb man vor der Entdeckung der erstern durch *Aselli* (i. J. 1622) die alleinige Resorptionsfähigkeit zu, späterhin, als die Lymphgefässe entdeckt waren, sollten aber nur diese resorbiren können. Neuere Versuche haben dagegen deutlich bewiesen, dass von beiden Gefässarten imbibirte Stoffe in das Blut gebracht werden. Nur scheinen die Lymphgefässe unter normalen Verhältnissen blos Lymphe und Chylus oder diesen ähnlich zusammengesetzte Flüssigkeiten resorbiren und, was eine Hauptsache ist, dieselben auch dem Blute nach und nach assimiliren zu können (hauptsächlich mit Hülfe der Lymphdrüsen), während die Venen auch fremde Substanzen aufnehmen, welche der Organismus sich nicht zu assimiliren vermag. Dass die Capillargefässe diese Nahrungsflüssigkeiten nicht resorbiren, kommt daher, weil diese dem Blute ähnlich

sind und zwischen homogenen Flüssigkeiten keine Enosmose und Exosmose stattfindet. Nach *Henle* unterscheiden sich die Lymphgefässe und Venen hauptsächlich darin, dass die in den Venen enthaltene Flüssigkeit mit der dem Blute vom Herzen mitgetheilten Kraft von innen nach aussen, das die Lymphgefässe umspülende Plasma mit derselben Kraft von aussen nach innen drückt, wodurch bei jenen die Ausschwitzung, bei diesen die Einsaugung begünstigt zu werden scheint. Sie unterscheiden sich ferner dadurch, dass die Venen immer voll und von Flüssigkeit ausgedehnt, die Saugadern zu Zeiten leer oder fast leer sind, und endlich dadurch, dass die Saftbewegung in den Venen durch eine *vis a tergo*, in den Saugadern wahrscheinlich durch die Thätigkeit der Röhren selbst vermittelt wird. Hiernach dürfte also bei den Venen keine Flüssigkeit (wenn sie nicht dünner als das Blut ist) und namentlich nicht Wasser (weil sich ja gerade das Blut durch die Capillargefässe desselben entledigen soll) von aussen in ihre Höhle eintreten, sondern es tauschen sich nur die Stoffe, welche aufgelöst in den Flüssigkeiten innerhalb und ausserhalb der Venenanfänge enthalten sind, nach den Gesetzen der Enosmose und Exosmose gegen einander aus, und wenn also auch Plasma nach aussen durchschwitzt und zwar ein um so wässrigeres, je concentrirter die im Parenchym enthaltene Flüssigkeit ist, so werden doch zugleich aufgelöste Materien von aussen eingenommen. Nimmt man also blos Rücksicht auf die Quantität der Flüssigkeit, so findet in den Venenanfängen (Capillargefässen) niemals Resorption, sondern stets Exsudation statt, allein die in der parenchymatösen Flüssigkeit aufgelösten Stoffe gehen dabei in das Blut über. Auch Fett (Chylus?) wird in die Blutgefässe des Darmes aufgenommen. Es versteht sich von selbst, dass die Resorption durch die Venen viel früher ihre Wirkung äussern muss, als die durch die Lymphgefässe, da in ersteren, zumal wenn sie dem Centrum nahe liegen, die resorbirten Stoffe weit schneller zu den Centralorganen des Nervensystems und der Circulation gelangen. Dass narkotische Gifte durch die Lymphgefässe nicht ins Blut gebracht werden, beruht nach *Henle* vielleicht darauf, dass diese Stoffe die Lymphgefäss-Wände lähmen. — Durch die angeführte Verschiedenheit in der Resorption der Lymphgefässe und Venen hat die Natur erzielt, dass bei der langsamen Bewegung der Flüssigkeit in den ersteren das bestimmte Verhältniss zwischen Consumtion und Zuleitung der zur Ernährung und Absonderung nöthigen Blutstoffe erhalten wird, während in dem Falle, dass auch die Capillargefässe Nahrungsflüssigkeiten aufnähmen, das Blut sehr bald damit überfüllt sein würde. Dagegen können fremde, durch die Capillargefässe eingetretene und dem Blute vielleicht nachtheilige Stoffe auch sehr bald wieder aus demselben ausgeschieden werden, während dieselben, wenn sie durch die Lymphgefässe aufgenommen worden wären (wie vielleicht das syphilitische und andere dem ähnliche Gifte) dem Körper einen bleibenderen Nachtheil zufügen würden. Die Ursache, warum die Lymphgefässe nur Chylus und Lymphe aufsaugen, ist vielleicht nur die, dass bei der schnellen Resorption der übrigen Stoffe durch die Capillargefässe nichts Anderes für die Lymphgefässe zu resorbiren übrig bleibt, als diese Flüssigkeiten, welche nach den Gesetzen der Enosmose und Exosmose sich nicht durch die Wände der Capillargefässe hindurch mit dem Blute vermischen können. Befördert wird die zunächst von der Imbibition der Saugaderwände abhängende Aufnahme der Nahrungsflüssigkeiten durch die immerwährende Fortbewegung der imbibirten Lymphe, welche hauptsächlich durch die lebendige Contractilität der Lymphgefässwände (s. S. 430) sowie durch die Muskelbewegungen und die Thoraxaspiration (s. S. 433 u. 504) zu Stande kommt.

Modificationen der Resorption. Ueberall im ganzen Körper, wo Gefässe vorhanden sind (also nur in den sogen. einfachen Geweben nicht, s. S. 79) findet Aufsaugung statt; der stärkere oder geringere Grad derselben und der ihrer Wirkung hängt aber von folgenden Umständen ab: *a)* von dem Gefässreichthume des Theiles; *b)* von der Grösse der aufsaugenden Fläche; *c)* von der Dicke und Permeabilität der organischen Substanz, welche bis zu den Gefässen durchdrungen werden muss; auf Membranen geschieht im Allgemeinen die Resorption leichter, als im Parenchym; *d)* von der nähern oder entferntern Lage des resorbirenden Theiles vom Centrum der Circulation

und vom Uebergange in arterielles Blut; *e)* von den chemischen und physikalischen Eigenschaften der aufzusaugenden Flüssigkeit; flüchtige Substanzen werden schneller resorbirt; ebenso Stoffe von höherer Temperatur eher als kalte; *f)* von der Stärke des Stromes innerhalb der Gefässe, welcher das Resorbirte fortführt; *g)* von der Beschaffenheit [des Gefässinhaltes, indem von dieser die grössere oder geringere Fähigkeit, sich mit dem zu Resorbirenden zu vereinigen, abhängt. — Was die Organe des Körpers hinsichtlich der Schnelligkeit, womit sie einsaugen, betrifft, so ist das gebrauchteste Resorptionsorgan die Schleimhaut, welche nach der verschiedenen Dicke ihres Schleimüberzugs und des Epitheliums und nach dem verschiedenen Gefässreichthume mehr oder weniger resorptionsfähig ist. So resorbirt sie im Darmkanale bei weitem nicht so schnell wie in der Lunge, und hier nicht blos gasförmige, sondern ebenfalls tropfbarflüssige Stoffe (Bouillon nach *Dessault*). Fast ebenso schnell, wie von der Lunge aus, wirken manche Substanzen, welche der Conjunctiva einverleibt werden. Die äussere Haut saugt wegen der trocknen Epidermis mit der äussersten Langsamkeit ein, weshalb man diese mit einer Lage von Firniss vergleicht, der zur Beschützung der Hautoberfläche bestimmt ist und den Körper sowohl vor zu starker Ausdünstung, wie Einsaugung schützt. Doch dringen flüssige Stoffe dann auch durch die Epidermis, wenn erstere längere Zeit mit dieser in Berührung gewesen sind und sich imbibirt haben; diese Imbibition wird durch Wärme (Reiben) befördert und erfolgt am schnellsten an den Stellen, wo die Epidermis am dünnsten ist. Wird die Oberhaut entfernt (durch Blasenpflaster), so ist die entblösste gefässreiche Hautstelle das beste Resorptionsorgan, welches auch bei der sogenannten endermatischen Heilmethode benutzt wird. Am schnellsten absorbiren seröse Häute und das Zellgewebe, doch geht die Fortschaffung des Resorbirten in letzterem langsamer vor sich.

Ernährung, Wachsthum und Wiedererzeugung.

Unter Ernährung, *nutritio,* versteht man im weitern Sinne des Worts diejenige Reihe von Processen der organischen Oekonomie, durch welche Substanzen, die aus der Aussenwelt in den Körper aufgenommen worden sind, mit Hülfe der Verdauungswerkzeuge so umgewandelt werden können, dass im Darmkanale mittels der Resorption ein Stoff (Chylus) aus ihnen ausgezogen werden kann, welcher, dem Blute beigemischt, demselben die Fähigkeit ertheilt, alle schon bestehenden Theile des Körpers in ihrer Integrität zu erhalten (allgemeine Ernährung). Im engern Sinne des Worts wird dagegen unter Ernährung (auch specifische Ernährung genannt) blos der Process verstanden, vermöge dessen jedes Gebilde des Organismus sich aus der vom Plasma des Blutes in den Capillargefässen abgesonderten parenchymatösen Bildungsflüssigkeit immerfort neu erzeugen (durch Zellenbildung; s. S. 145) und in dieselbe wieder auflösen kann (mit Ausnahme der einfachen Gewebe). Hierbei muss aber das Totalquantum des Gebildes innerhalb eines gewissen Zeitraums das gleiche bleiben, denn vermehrt sich dabei das Volumen oder Gewicht, so heisst dieser Process Wachsthum, und übersteigt dieses die von der Natur gezogene Gränze, so entsteht Ueberernährung *(hypertrophia);* eine Verringerung des Umfanges und Gewichts bedingt dagegen die Atrophie, Abmagerung, Schwindsucht, Abzehrung.

Nur mittels dieser fortwährenden Neubildung und Wiederauflösung der organischen Substanz, wie sie an jedem Punkte des menschlichen Organismus aus der parenchymatösen Bildungsflüssigkeit von statten geht, können sich die einzelnen Gewebe in ihrer specifischen Eigenthümlichkeit erhalten und nur bei diesem beständigen Wechsel der Materie kann überhaupt das Leben fortbestehen. Hiernach sind also die Erfordernisse der Ernährung sowohl Stoffaufnahme, wie Stoffausscheidung. *Schultz* nennt den fortwährenden Bildungsprocess, welcher durch den ununterbrochenen Wechsel von Ansetzen junger und Abwerfen alter Substanz, von Aneignen der Nahrung und Abstossen des Verbrauchten, von Erneuerung der lebenden Substanz und Einschrumpfen des Abgelebten, kurz durch die beständige Wiederholung von

Leben und Sterben der einzelnen Theile des Körpers erhalten wird, **Mauserungs-** oder **Verjüngungsprocess.** Die hierbei thätigen Theile der Lebenskraft oder die Modification des Lebensprocesses, durch welche die sogenannten somatischen, organischen, vegetativen, oder Ernährungsverrichtungen zu Stande kommen, nennt man: Reproductions- oder Bildungskraft, *facultas formatrix s. nutrix s. auctrix (Galen), Blas alterativum (Helmont), motus assimilationis s. generationis simplex (Baco), facultas vegetativa (Harvey), anima vegetativa (Stahl), puissance du moule intérieur (Buffon), vis essentialis (Wolff),* Bildungstrieb, *nisus formativus (Blumenbach).*

Die ganze individuelle Selbsterhaltung schwebt demnach zwischen den zwei sich entgegengesetzten Momenten der Aufnahme und Verähnlichung und der Ausscheidung und Entähnlichung. Sowohl diese, wie jene, erfolgen aber nicht plötzlich, sondern allmälig und stufenweise; von der Verähnlichung und Entähnlichung lassen sich wieder 2 Stufen annehmen. Die nährenden Stoffe der Aussenwelt werden zuerst blos in die allgemeinen Gränzen des Individuums aufgenommen und demselben im Ganzen gleichgemacht, in die allgemeine Bildungsflüssigkeit, das Blut, verwandelt (allgemeine Assimilation). Von diesem treten sie dann in einen zweiten engern Kreis, in die Gränzen des einzelnen Organs, welchem sie wiederum verähnlicht und nun unter fester organischer Gestalt völlig dem Organismus einverleibt werden (specifische Assimilation). — Auf demselben Wege und den nämlichen Stufen, nur in umgekehrter Richtung, tritt das Entbildete aus dem Kreise des individuellen Lebens wieder heraus und kehrt zur Aussenwelt zurück. Es verlässt zuerst die engern Gränzen des Organs und geht, seine feste Form mit der flüssigen vertauschend, wieder zum Blute zurück und wird so dem Organe, dem es angehörte, aber noch nicht dem ganzen Organismus entähnlicht (specifische Entbildung und relative Excretion), bis die zweite Desassimilation durch die Excretionsorgane beginnt und nun die völlige Entäusserung des verlebten Stoffes und sein gänzlicher Austritt aus den Gränzen des Individuums erfolgt (allgemeine Entbildung und absolute Excretion). Durch das capillare Gefässsystem wird sowohl die Verähnlichung, wie Entähnlichung vermittelt; dieselben Gefässe, welche der Assimilation dienen, vermitteln auch die Desassimilation, dieselben Gefässe dienen sowohl der specifischen Verähnlichung, wie der absoluten Excretion. Man könnte folgende Abtheilungen der Nutritionsverrichtung oder Stufen, welche ein von der Aussenwelt aufgenommener Nahrungsstoff im Körper zu durchlaufen hat, bis er wieder an die Aussenwelt abgesetzt wird, annehmen:

1) Verdauung, d. i. derjenige Lebensprocess, durch welchen Chylus (oder wenigstens die denselben zusammensetzenden Elemente) aus den Nahrungsmitteln gezogen wird, der zur Erzeugung neuer organischer Materie unumgänglich nöthig ist. (Das Weitere s. bei Verdauungsorganen.)

2) Aufsaugung des Chylus (sowie anderer in das Innere des Organismus überzuführender Stoffe); sie wird durch die Chylusgefässe und Capillaren besorgt und der Chylus gelangt so (indem er auf diesem Wege schon dem Blute etwas ähnlich gemacht wird) in das venöse Blut, mit dem vermengt er in die Lungen einfliesst, wo durch die

3) Respiration der in der eingeathmeten atmosphärischen Luft befindliche Sauerstoff, welcher zum Leben eben so nöthig wie der Chylus ist, mit dem Chylus aus dem kohlenwasserstoffreichen dunkeln Venenblute hellrothes und zur Ernährung taugliches Arterienblut bildet (Sanguification). Dieses wird mittels des

4) Kreislaufes, und zunächst durch die Arterien, zu allen Theilen des Körpers geleitet, wo es durch die Capillargefässe *(vasa exhalantia)* den Nahrungsstoff als parenchymatöse Bildungsflüssigkeit aus sich ausscheidet.

5) Umbildung (Krystallisiren, Gerinnen) der parenchymatösen Bildungsflüssigkeit zu organischer Substanz.

6) Resorption der Lymphe. Die in organische Substanz umgewandelte Bildungsflüssigkeit wird nach einiger Zeit wieder flüssig und wahrscheinlich auch zersetzt (Entbildung), und als Lymphe von den Saugadern oder Lymphgefässen und Venen aufgesogen. Sie schaffen dieselbe in das venöse Blut, mit dem sie durch die Lungen in die Arterien und Capillargefässe strömt, durch welche letztere nun die

7) Absonderung oder Absetzung derselben an die Aussenwelt geschieht, und zwar nachdem sie in diesem oder jenem Absonderungsorgane eine Umänderung eigenthümlicher Art erlitten hat (wie: Urin, Schweiss, Schleim u. s. w.).

Organe und Act der Ernährung (Bildung des venösen Blutes). So wie die Absonderung, geschieht auch die Ernährung durch das Blut und zwar von den Capillargefässen aus, indem mittels der Exosmose Plasma durch die Wände derselben hindurchtritt und als parenchymatöse Bildungsflüssigkeit die organische Substanz tränkt, während die Blutkörperchen ungestört durch die Haargefässe in die Venen übergehen. Ein Theil von dieser Bildungsflüssigkeit krystallisirt und wird so zur Substanz des Organs, der überflüssige Theil dagegen wird von den Saugadern (als Lymphe) aufgesogen und ins Blut zurückgebracht. Hierbei wird das zufliessende arterielle Blut in venöses verwandelt, was ohne Zweifel nicht allein von dem Abgange gewisser Bestandtheile herrührt, sondern auch von

der Aufnahme von Stoffen, die jedenfalls Producte der Zersetzung der organischen Materie sind. Denn beim Ernährungsprocesse geht das Festwerden aus dem Flüssigen mit dem Flüssigwerden des Festen stets parallel, und wenn auch ein grosser Theil des Flüssiggewordenen deshalb, weil er dem Blute fast ganz ähnlich ist, nicht von den Haargefässen, sondern mit dem Ueberschusse von Bildungsflüssigkeit von den Saugadern enosmotisch aufgenommen wird, so bleiben doch die weniger brauchbaren, in der Bildungsflüssigkeit aufgelösten Bestandtheile der Gewebe (d. s. die extractartigen Materien; s. S. 139) zurück und gehen in das Blut über. Da nun in dem Arterienblute der Sauerstoff und Stickstoff (Fibrin und Hämatin), im Venenblute dagegen Kohlenstoff und Wasserstoff (Albumin und Extractivstoffe) vorwiegen, so kann man schliessen, dass während des Wechsels der Materie jene bei der Bildung der organischen Substanz verbraucht, diese aber in Folge der Zersetzung der Materie zum Theil wenigstens erzeugt werden. *Valentin* beschreibt die Bildung des venösen Blutes so:

Der Ernährungsprocess zerfällt durch das in den Capillaren kreisende Blut in zwei antagonistische Momente; einerseits wird neuer Nahrungsstoff zugeführt (regeneratives Moment), andrerseits werden unbrauchbare Stoffe abgeführt (Excretionsmoment). Das erstere erfolgt dadurch, dass aus dem Blutplasma Bildungsflüssigkeit austritt und aus dieser sich der zur Ernährung des Organs bestimmte Faserstoff (s. S. 131) consolidirt. Hierbei wird Wasserstoff mit und ohne Wasserelemente frei; das durch die letzteren gebildete Wasser vermischt sich mit der Bildungsflüssigkeit und verdünnt diese, die schon durch die Präcipitation des Faserstoffs wasserreicher geworden war, noch mehr. Je mehr aber die Bildungsflüssigkeit reducirt worden, um so mehr wird sie geneigt, aus dem Blute durch die Capillaren neuen flüssigen Faserstoff exosmotisch aufzunehmen und Wasser enosmotisch an das Blut abzugeben. Der durch die Consolidation des Faserstoffs frei werdende Wasserstoff verbindet sich, sei es im Blute oder schon in der Bildungsflüssigkeit, mit einer entsprechenden Portion des überschüssigen Sauerstoffs zu Wasser. Die verbrauchten Körperorganstoffe treten vielleicht als Kohlenoxyd ins Blut oder in die Bildungsflüssigkeit und verwandeln sich ebenfalls auf Kosten von 1 Atom des überschüssigen Sauerstoffs zu Kohlensäure. Hiernach würde sowohl die Vermehrung des Wassers, als die der Kohlensäure im venösen Blute auf Kosten des überschüssigen Sauerstoffs des arteriellen Blutes vor sich gehen, während der Kohlenstoff, Wasserstoff und ein Theil des Sauerstoffs von dem Ernährungsprocesse selbst herrühren. Der Ueberschuss von Wasser im Venenblute hätte im regenerativen Momente, der von Kohlensäure im Excretionsmomente des Ernährungsprocesses seine Ursache.

Materiale der Ernährung. Zunächst schöpfen alle Gebilde ihren Nahrungsstoff aus der parenchymatösen, sehr vieler Modificationen ihrer Qualität fähigen Bildungsflüssigkeit, welche aus dem Blute durch die Capillargefässe ausgeschieden wird, und erzeugen sich aus dieser nach den Gesetzen der Zellentheorie (s. S. 145). Es entsteht nun aber, ganz wie bei derAbsonderung, die Frage, ob die den verschiedenen Gebilden eigenthümlichen Mischungsbestandtheile als solche schon im Blute enthalten sind, oder ob sie erst im Ernährungsacte selbst producirt werden. Aus Vergleichungen der Stoffe, die sich im Blute vorfinden, mit denen, welche die Organe zusammensetzen, ergibt sich, dass nicht nur die Elementarstoffe der letztern, sondern auch ein grosser Theil der näheren organischen Bestandtheile im Blute vorhanden sind. Namentlich ist dies mit den wichtigsten Materialien der Ernährung, mit Faserstoff, Eiweissstoff, Fett, Salzen und Wasser der Fall. Von den nähern organischen Bestandtheilen hat auch die neuere Chemie nachgewiesen, dass sie schon als solche in den Körper mit den Nahrungsmitteln aufgenommen und nicht erst durch die Lebenskraft aus Elementarstoffen gebildet werden, dass sich also der thierische Organismus nur aus bereits gebildeter organischer Materie, nicht aus unorganischen Körpern, seine Grundlage, seine Gewebe formen kann. Trotz der Existenz der nähern Organbestandtheile im Blute müssen sich aber doch die Organe ihre Bestandtheile (der Muskel seine Muskelsubstanz u. s. f.) selbst bilden, und hierbei wiederholt sich das Grundgesetz der organischen Assimilation: dass nämlich jedes Organtheilchen ähnliche Theilchen aus der Bildungsflüssigkeit an sich zieht und sie so umwandelt (assimilirt), dass sie des Lebensprincips des Organs selbst theilhaftig werden. Auf diese Weise ernähren sich selbst organisirte pathologische Producte. Assimiliren die Organtheilchen aber nicht, so häuft sich die Nahrungsflüssigkeit (hauptsächlich Eiweiss- und Faserstoff)

mechanisch zwischen ihnen an und es entsteht unächte Hypertrophie, Verdickung, Verhärtung u. s. w. — Noch zwei bis jetzt unbeantwortete Fragen existiren in Bezug auf die Ernährung: 1) ob die dynamische Einwirkung des einzelnen Gebildes schon gleichsam *par distance* auf das Blut wirkt, so dass etwa zu den Capillargefässen des Muskels ein qualitativ anders beschaffenes Blut gelangt, als zu den Knochen (was aber höchst unwahrscheinlich ist), und 2) ob die einzelnen organischen Molekülen im Acte der Ernährung gleichsam eine stufenweise Gradation oder wohl auch Degradation erfahren, so dass, was jetzt Bestandtheil eines niedrigen Gebildes (Drüse) ist, später, nachdem es wieder ins Blut zurückgebracht worden, Bestandtheil eines höhern Gebildes (Muskel, Nerv) wird oder umgekehrt.

Die **Rückbildung** *(ablatio)* der untauglich gewordenen organischen Materie, das zweite zur Ernährung unbedingt gehörende Moment, geschieht auf doppelte Art, indem sich nämlich die aus der Bildungsflüssigkeit gewonnenen Solidarbildungen entweder in diese Flüssigkeit wieder auflösen, was bei den meisten Geweben der Fall ist, oder gegen die Aussenwelt gerichtet, durch den Conflict mit dieser abgenutzt und allmälig abgestossen werden, wie bei den sogenannten einfachen Geweben. Bei der erstern Art der Rückbildung scheinen Wasser und Kohlensäure sich zu bilden und nach *Lehmann* die untauglich gewordenen Stoffe durch den Sauerstoff des arteriellen Blutes in eine Art von Verwesung (nicht in eine vollständige, weil nicht hinreichend Sauerstoff vorhanden ist) überzugehen, wodurch jene Materie (d. s. die Extractivstoffe) zur Ausscheidung durch die Excretionsorgane geeignet werden. Hierbei entzieht der Sauerstoff des Blutes jenen untauglichen, bereits in Umwandlung begriffenen Substanzen Wasserstoff und bildet Wasser, während sich, wie bei der Verwesung, ein Theil Kohlenstoff mit einem Theile Sauerstoff der organischen Substanz (nicht des Blutes) zu Kohlensäure verbindet. Aus dem letztern Umstande erklärt sich auch, warum die ausgehauchte Kohlensäure nicht in bestimmter Proportion zu dem eingeathmeten Sauerstoffe steht, ja warum auch dann noch Kohlensäure ausgeathmet wird, wenn kein Sauerstoff eingeathmet wurde.

Die Bedingungen, unter denen die Ernährung nur zu Stande kommen kann, sind: *a)* Wärme, die ganz vorzüglich dem noch nicht ausgebildeten Organismus nöthig ist; — *b)* genugsame Räumlichkeit; Druck und Beengung (z. B. in Folge eines benachbarten grössern Organs) bewirkt Rückbildung, Schwinden eines gebildeten Theiles; — *c)* fortwährende Lebensregung des zu ernährenden Organs, die natürlich von der normalen Beschaffenheit des Blutes und Nervensystems abhängt, welches letztere durch seinen Einfluss auf die Capillargefässe besonders auf das Quantitative der Ernährung einwirken kann. Schon die unterlassene Bewegung eines Theiles schwächt dessen Fortbildung.

Die Zeitverhältnisse, in welchen die Umbildung der Elementartheile des Organismus von statten geht, lassen sich nur als relative, nicht als absolute angeben, denn da der Stoffwechsel in den verschiedenen Theilen und nach Alter, Geschlecht, Constitution und vielen andern Umständen bald schneller, bald langsamer geschieht, so ist die Annahme, als erneuere sich der Körper alle 7 Jahre *(Haller)* oder aller 3 Jahre *(Bernoulli)*, eine höchst willkührliche. Es lässt sich nur angeben, und auch nicht ganz zuverlässig, welche Organe schneller, welche langsamer in ihrer Bildung wechseln. Man kann mit einiger Sicherheit etwa nur Folgendes behaupten *(Carus)*: 1) am schnellsten wechselt jedenfalls die parenchymatöse Bildungsflüssigkeit selbst, da sie es ist, welche den Wechsel aller Elementartheile bedingt; 2) die weichen Gebilde und vorzüglich die gefässreichen wechseln rascher in ihrer Substanz, als die starren und gefässarmen; 3) im kindlichen, jugendlichen und weiblichen Körper geht der Stoffwechsel im Allgemeinen rascher von statten, als im bejahrten und männlichen Organismus; 4) bei rascherem Lebensgange und stärkerer Lebensbewegung eines Organs findet auch eine schnellere

Stoffumänderung desselben statt; 5) dieselbe kann durch Krankheit ganz bedeutend beschleunigt, seltener dadurch verlangsamt werden.

Wachsthum. Alles Bilden geschieht, so viel wir nämlich bis jetzt sagen können, nach einer ursprünglichen Idee, welche vor dem Gebildeten selbst existirt und den Typus bestimmt, wonach das sich Bildende wird. Bis zu einem gewissen Grade entwickelt sich das organische Wesen so, dass, dem allgemeinen Bildungstypus entsprechend, die zum Ganzen erforderlichen Einzelnheiten, Gliederungen, Organenreihen und Organe hervortreten (Entstehung des Embryo); nachdem diese aber entwickelt sind, findet eine weitere Ausbildung und Veredlung derselben statt und diese ist das Wachsthum, welches nicht blos in einer Zunahme des Volumens und Gewichts, sondern auch in der damit zugleich statthabenden innern Veränderung besteht. Es geschieht nun aber das Wachsthum nicht durch Dicker- und Längerwerden des schon Gebildeten, sondern durch Ansatz neuer Masse, welche sich, wie die ersten Bildungen, durch Entwickelung von neuen Zellen in einem formlosen Blastem oder aus schon vorhandenen Zellen (Mutterzellen) und durch Fortbildung dieser Zellen zu Geweben erzeugt (s. Genesis der Gewebe, S. 145).

Als die wichtigsten Gesetze, nach welchen das Wachsthum der organischen Körper vor sich geht, kann man nach *Treviranus* folgende ansehen: 1) jeder Körper wächst, so lange die Quelle seines Bildungsstoffes nicht versiegt; aber jedem lebenden Organismus ist eine Gränze gesetzt, die er bei seinem Wachsthume nicht überschreiten darf. — 2) Weder das Volumen des ganzen Körpers, noch das seiner einzelnen Organe, nimmt in gleichen Zeiten und gleichen Theilen zu. Im Allgemeinen wächst der Körper um so stärker, je näher er seinem Ursprunge ist. — 3) So wie die verschiedenen Organe des Körpers nicht gleichzeitig entstehen, sondern nach einander (s. b. Embryo), eben so wenig wachsen die einzelnen Theile des Organismus in gleichem Verhältnisse; vielmehr sind manche schon ausgebildet, während andere erst zu wachsen beginnen. — 4) Manche Organe verschwinden schon wieder oder nehmen wenigstens ab, während andere noch lange fort wachsen. — 5) Einige Theile wachsen ununterbrochen fort bis zum Tode, d. s. die einfachen Gewebe. — 6) Es gibt Organe, welche bei ihrem Wachsthum und Vergehen eine gewisse Sympathie zeigen, d. h. welche sich zu gleicher Zeit entwickeln und auch zu gleicher Zeit absterben (wie die sich entsprechenden Theile der rechten und linken Hälfte, die Zeugungsorgane). — 7) Die Hemmung des normalen Wachsthums zieht gewöhnlich ein vicarirendes nach sich, und das Product des letztern ist dem Producte des normalen Wachsthums bei den flüssigen Theilen meist ähnlich, bei den festen aber meist unähnlich.

Wiedererzeugung, *regeneratio.* Das Leben besitzt als ein sich selbst erhaltender Vorgang das Vermögen, nicht blos materielle Verluste einzeln verloren gegangener Gebilde (natürlich solcher, die ohne Lebensgefahr entbehrt werden können) ganz oder theilweise wieder zu ersetzen, sondern auch überhaupt seinen normalen Zustand, wenn er irgend eine Störung oder Abänderung erlitten hat, sowohl in dynamischer wie materieller Hinsicht wieder herzustellen. Dies Vermögen nennt man Regenerationskraft oder allgemeine Heilkraft, *vis medicatrix naturae*. Sie ist bei den niedern, einfachen Thieren in hohem Grade vorhanden, in den höhern dagegen und beim Menschen sehr beschränkt und nur in den niedern Systemen

(Zellgewebe) deutlicher hervortretend. — Die Wiedererzeugung der verschiedenen Gewebe erscheint in zweifacher Form, nämlich ohne oder mit Entzündung.

a. **Regeneration ohne Entzündung. Hierher gehört die Regeneration der einfachen oder Schichtgebilde, der Theile, welche durch Apposition wachsen; nur muss ihre Matrix noch vorhanden sein.**

b. **Regeneration mit Entzündung (exsudativer und suppurativer). Fast alle Fälle von Wiedererzeugung bleibend organisirter Theile gehören hierher.**

Aus den Beobachtungen bei der Regeneration in den einzelnen Theilen geht deutlich hervor, dass das Neugebildete überall mit einem Faserstoffexsudat beginnt, in dem dann die Bildung, entsprechend dem Gebilde in oder an dem dieselbe bewirkt wird, allmälig fortschreitet, dass aber das Neugebildete im Allgemeinen wohl nie die beabsichtigte Höhe der Ausbildung erreicht, sondern in dieser Hinsicht immer auf einer etwas niedern Stufe stehen bleibt, wahrscheinlich weil weniger der ganze Organismus, als vielmehr der jedesmalige einzelne Theil zur Reproduction in Anspruch genommen wird. — Die Gewebe des vegetativen Systems ernähren und regeneriren sich am leichtesten, wie: Zellgewebe, seröse und Schleimhäute, Drüsen, Haut. Was die Gewebe des animalischen Systems betrifft, so verheilen durchschnittene Muskeln zwar leicht wieder, aber durch eine Art von Zellgewebe; die Sehnen und überhaupt das fibröse Gewebe heilen ziemlich schnell durch ein allmälig fester werdendes Zellgewebe, welches nie dem sehnigen gleich wird. Die Knorpel verheilen langsam und unvollkommen, und nur durch das Zusammenwachsen ihres Ueberzugs und mittels einer häutigen Substanz. Die Knochen heilen ziemlich schnell nach einem Bruche wieder zusammen und erzeugen sich nach der Necrose mit Leichtigkeit wieder (durch Callusbildung). Gefässe haben ein bedeutendes Regenerationsvermögen; ob sich Nervenmasse wieder erzeugen könne, ist noch ungewiss; die Gehirnsubstanz scheint nicht regenerirt zu werden (s. bei den einzelnen Geweben).

Vergrösserung und Verkleinerung. Der ganze Körper sowohl, wie jedes einzelne Organ, kann in Hinsicht auf seinen Umfang und seine Masse eine abnorme Verminderung und Vermehrung erleiden. Die erstere erscheint als regelwidrige Kleinheit, die letztere als Vergrösserung. Beide Arten von Grösseabweichungen können angeboren oder erworben sein. *a.* Regelwidrige Kleinheit (Schwund, Atrophie). Die erworbene Verkleinerung von Organen kann zunächst ihre Ursache entweder in verminderter Ernährung (Atrophie im engern Sinne), oder in Zerstörung des Gewebes (Phthise) haben. Beide Zustände können aber wieder durch viele, sehr verschiedene Momente bedingt werden.

1) Die **Atrophirung** (primäre Atrophie), Schwund in Folge von gestörter Ernährung, kommt in einem Organe zu Stande: *a)* durch geringeren Blutgehalt desselben, bei Verengerung und Verminderung der zuführenden Gefässe (durch Zerreissung, Druck, Zerrung u. s. w.) ausserhalb und innerhalb des Organes, sowie bei Compression der Haargefässe desselben; *b)* durch verminderte oder verschlechterte Blastembildung, bei unplastischem und alienirtem Blute, oder bei Krankheiten der Haargefässe. So bedingt oft wiederkehrende Hyperämie, weil sie die Secretion des Ernährungsplasma vollständig aufhebt, Atrophie eben so gut wie dies die partielle Anämie thut; *c)* durch gehinderte Umbildung des (übrigens guten) Blastems zu Gewebe, bei zu geringer Thätigkeit des Organs, verminderter Innervation, bedeutend herabgesetzter Wärme, nach erschöpfenden Krankheits- und Heilungsprocessen, Texturerkrankungen u. s. w.; *d)* durch Missverhältniss zwischen Rückbildung und Bildung des Gewebes, bei Steigerung der Rückbildung ohne Zunahme der Bildung; bei vermehrter Resorption durch Druck *(detritus, usura)*. Bei vielen dieser Atrophieen handelt es sich übrigens nicht um eine einfache Volums- und Massenabnahme, sondern es stellt sich zugleich auch eine Texturveränderung im schwindenden Organe ein. Das Volumen, Gewicht, die Gestalt, Consistenz und Farbe des atrophirten Organes sind nach der Ursache der Atrophie auf sehr verschiedene Art verändert. Gefässe und Nerven des kranken Organes nehmen ohne Zweifel ebenfalls am Schwunde Theil. Bei hohlen Organen besteht die Atrophie entweder mit normaler Grösse der Höhle (einfache Atrophie), oder mit Erweiterung (excentrische) oder Verengerung derselben (concentrische Atrophie). Die Folgen der Atrophirung beschränken sich entweder nur auf das befallene Organ, oder sie betreffen den ganzen Organismus und zwar verschieden nach der Wichtigkeit der Function des atrophirten Theiles. — 2) Der **Schwund nach Zerstörung des Parenchyms** (secundäre Atrophie), kommt dadurch zu Stande, dass das in seiner Textur veränderte Parenchym resorbirt wird. Solche Texturerkrankungen sind: Zertrümmerung des Gewebes durch Extravasat (Apoplexie), Entzündung, Afterbildungen und ihre Metamorphosen. Hierbei werden bisweilen entweder sowohl die Producte des Processes (Blut, Eiter, Tuberkel, Krebsmasse u. s. w.), als auch die in seiner Folge functionsunfähig gewordenen Gewebs-Elemente des Organs resorbirt; oder es schwinden blos die letztern und an ihrer Stelle bleiben die Producte des Processes in verschiedener Menge und Gestalt zurück.

b. **Regelwidrige Grösse** (Hypertrophie). Die erworbene Vergrösserung eines Organs findet ihre Ursache im Allgemeinen: entweder in einer stärkeren Ernährung des Gewebes (d. i. ächte Hypertrophie, gleichmässige Vermehrung aller dem Organe eigenthümlichen, dasselbe constituirenden Elemente), oder in Einlagerung eines dem vergrösserten Organe fremdartigen Gebildes (unächte Hypertrophie). Zwischen ächter und unächter Hypertrophie gibt es unmerkliche quantitative und qualitative Uebergänge. Bisweilen kommen beide neben einander in einem Organe vor; auch hypertrophirt manchmal nur ein Bestandtheil eines Gewebes. — Vorübergehende Vergrösserungen können durch vermehrten Blutgehalt, durch Wasser- oder Luftansammlungen veranlasst werden (hyperämische, entzündliche, ödematöse oder hydropische, emphysematöse Anschwellung). — In hohlen Organen nennt man die Hypertrophie bei normaler Grösse der Höhle eine einfache, bei Erweiterung derselben eine excentrische, bei Verengerung eine concentrische.

1) **Aechte Hypertrophie** (Vergrösserung des Organs mit Erhaltung seiner normalen Textur), betrifft vorzugsweise das Zell- und Fettgewebe, die Knochen, Muskeln, Haut und Schleimhaut. Ihre Ursachen können sein: *a)* wiederholte oder andauernde, aber langsam entstandene Blutvermehrung in den Capillaren des betreffenden Organs (besonders in Folge mechanischer Hyperämie); *b)* vermehrte und angestrengte Thätigkeit des Organs, besonders im Muskelgewebe (Herz); wirkt wahrscheinlich durch Vermehrung der Blutmenge; *c)* Entzündung, kann nur in solchen Organen ächte Hypertrophie ezeugen, welche aus einem Gewebe bestehen, das sich aus Entzündungsproducten zu entwickeln vermag (Zellgewebe, Knochen); *d)* anomale Blutbeschaffenheit; wodurch vorzüglich Hypertrophie des Fett- und Knochen-Gewebes zu Stande kommt. Die Eigenschaften hypertrophischer Organe unterliegen nach der Ursache der ächten Hypertrophie mannichfachen Abweichungen. Im Allgemeinen sind anfangs solche Organe saftig, locker und dunkel, werden nach und nach blässer, trockner und fester, und gehen endlich in Atrophie oder Lähmung über. Ob sich neue Gefässe in hypertrophischen Organen bilden, ist noch unausgemacht; die schon vorhandenen findet man bisweilen erweitert und verdickt; ebenso sind die Nerven dicker gefunden worden. Die ächte Hypertrophie entwickelt sich stets langsam, während die unächte bisweilen sehr rasch entstehen kann. — 2) **Unächte Hypertrophie** (Vergrösserung, *physconia*, *infarctus*, mit Verlust der normalen Textur, durch Infiltration oder Substituirung neuer heterogener Substanz) kann durch Einlagerung aller Arten von Entzündungs- und dyskratischen Producten erzeugt und danach mit den verschiedensten Veränderungen in den Eigenschaften des vergrösserten Organs verbunden sein. Die Folgen solcher Hypertrophieen bestehen: in Störung der Function des kranken Organs, welche auch auf den Gesammtorganismus zurückwirken kann, in Lageveränderungen desselben, in Verdrängung und Druck der Nachbartheile.

Thierische Wärme. Der menschliche Körper, wenn ihm durch die umgebende Atmosphäre nicht Wärme entzogen wird, zeigt eine Temperatur, eine Eigenwärme von 28 bis 30° R. (= 95 bis 99½° F. = 35 bis 37½° C.); die höchsten Grade finden sich in der Kniekehle, Schambuge, Achselhöhle und unter dem Nabel, sowie bei kleinen Kindern. Diese Eigenwärme wird durch Muskelbewegungen, bei denen aber die Zahl der Athemzüge und Herzschläge vermehrt ist, gesteigert; sie steigt bei hohen Graden der Luftwärme nicht, sowie sie auch bei äusserer Kälte nur wenig sinkt, oder fast gar nicht fällt, wenn Bewegungen genug gemacht werden. Ueber die Quelle der thierischen Wärme s. S. 229.

Nervenlehre, *Neurologia*.

Nervensystem, *systema nervosum.*

Betrachten wir das Leben des menschlichen Organismus, so zeigt sich dasselbe gleichsam in 2 Sphären getheilt, in eine niedere, vegetative, welcher das mehr Materielle, Stoffaufnehmende und Stoffabsetzende anheimfällt, und in eine höhere, animalische, welcher das mehr Geistige, Wirkungaufnehmende und Wirkungausgebende zukommt; es erscheint die Ernährung und Secretion in der erstern, die Empfindung und Bewegung in der letztern. Wie sich nun in der vegetativen Sphäre die Assimilation und Secretion im Gefässsysteme gleichsam vereinigt, so erscheint auch in der animalen Sphäre die Empfindung und Bewegung vereinigt im Nervensysteme. Es ist dieses System der Repräsentant der animalen Sphäre und nimmt an Bewegung und Empfindung unmittelbaren Antheil (Cerebro-Spinalnervensystem); es bedingt die Unterschiede zwischen Thier und Pflanze. Doch äussert es auch auf die Bildung oder Vegetation Einfluss (sympathisches Nervensystem), aber nur mittelbaren, indem dem Gefässsysteme vorzugsweise die materielle Seite der Bildung zufällt, dem Nervensysteme dagegen die formgebende, so dass dieses als allgemeiner Regulator aller Bildung im Körper erscheint. Ausserdem ist das Nervensystem, und zwar das Gehirn, der Sitz der höhern Geistesthätigkeit, das Substrat der denkenden und wollenden Kraft. Es enthält demnach das Nervensystem, durch dessen hohe Entwickelung und Vervollkommnung sich der Mensch hauptsächlich über die Thiere erhebt, den Grund aller im menschlichen Organismus vorhandenen Functionen und ist der Träger einer Kraft, welche als herrschendes und bedingendes Agens in alle körperlichen Vorgänge eingreift und hauptsächlich die psychischen Erscheinungen vermittelt.

Das Nervensystem ist in vollständigem Zusammenhange durch den ganzen Körper verbreitet und wird von einer eigenthümlichen weichen, aus Fasern (Nervenprimitivfasern) und Kugeln (Zellen, Ganglienkugeln) zusammengesetzten Masse, Neurine oder Nervensubstanz, gebildet, welche entweder grössere Massen bildend, als Gehirn, Rückenmark und Ganglien, oder in häutige Röhren eingeschlossen, als Nerven, vorkommt. Es zerfällt in zwei bedeutende, in anatomischer und physiologischer Hinsicht von einander ab-

weichende Abtheilungen, nämlich in das **animale** und **vegetative** Nervensystem. Ersteres steht den höhern thierischen (Empfindung und Bewegung) und den Sinnesverrichtungen vor und verbindet den thierischen Organismus vorzugsweise mit der Aussenwelt, letzteres dient den Verrichtungen der thierischen Vegetation und sorgt für die Erhaltung des Körpers. Das animale Nervensystem bilden Gehirn und Rückenmark mit ihren Nerven (Cerebro-Spinalnervensystem), das vegetative die Ganglien und Geflechte des sympathischen Nerven. — In beiden Nervensystemen findet sich ein **peripherischer** und ein **centraler** Theil; ersterer durchdringt, den Wurzeln eines Baumes gleich, die Organe und breitet sich an der Oberfläche des ganzen Körpers, sowie einzelner Gebilde aus, und vermittelt die Wechselwirkung mit der Aussenwelt, letzterer stellt das innere, in gewissem Grade selbstständige Leben dar. Der centrale Theil erscheint kugelig (d. i. Gehirn im animalen, Ganglien im vegetativen Nervensysteme) oder walzenartig (d. i. Rückenmark im animalen Systeme), der peripherische fadenförmig (d. s. Nerven, im animalen Nervensysteme aus Gehirn und Rückenmark, im vegetativen aus Ganglien entsprungen).

A. Structur der Nervensubstanz.

Die Nervensubstanz, Neurine, ***tela s. substantia nervea,*** der wesentliche Bestandtheil des Nervensystems, ist eine weiche (im Gehirn und Rückenmarke viel weicher, als in den Nerven) und scheinbar breiartige Masse (von 1,0368 specif. Gewicht im Mittel), welcher etwas Elasticität und Ausdehnbarkeit zukommt, und die entweder eine rein weisse (d. i. Marksubstanz, ***substantia alba s. medullaris***) oder eine grauröthliche Farbe (d. i. Rindensubstanz, ***substantia cinerea s. corticalis***) besitzt. Auch hat man noch Nervensubstanz (gallertartige) von hell- oder dunkelgelblichem (wo die graue Substanz in die weisse übergeht), schwarzem (in den Schenkeln des grossen Gehirns) und, im kranken Zustande, von rosigem Ansehen (zwischen der weissen und grauen Substanz bei Entzündung des Gehirns) gefunden. — Die Elemente dieser Substanz sind doppelter Art, nämlich: *a)* **Fasern** (d. s. die Primitiv-Nervenfasern, ***fibrillae nerveae***), welche nach frühern Beobachtern aus der Länge nach an einander gereihten und durch eine zähe, halbflüssige Materie mit einander verbundenen, Kügelchen bestehen sollten, nach den Neuern aber primitive Fäden (hohle oder solide) sind; und *b)* **Ganglienkugeln**, Nerven- oder Belegungskörper ***(corpuscula nervea, globuli gangliosi s. nervosi nucleati).*** Nach der Eintheilung des Nervensystems nun in ein centrales und peripherisches, sowie in ein animales und vegetatives, gibt es auch centrale und peripherische, animale und organische Nervenfasern und Ganglienkugeln, die sich in mancher Hinsicht von einander unterscheiden. — Ausser diesen genannten Elementen dienen dann noch andere Gebilde: wie Zellgewebe, welches verbindende Scheiden um die Fasern und Kugeln bildet, Blutgefässe und Fett, zur vollständigen Zusammensetzung der Nervensubstanz.

Nervenkügelchen, *globuli nervei* (worunter nicht etwa die Nervenzellen oder Ganglienkugeln zu verstehen sind). Sie wurden früher von den meisten Anatomen als Elemente der Nervensubstanz angesehen; jetzt betrachtet man sie aber als Producte der Zerrung und Aufquellung in Wasser und Fäulniss, welche sich in der Nähe des Gehirns leichter, als aus den entferntern Nervenfasern bilden. Sie sollten sich im Wasser leicht von ihrem zähen Bindungsmittel trennen, welches eiweissstoffig, im geronnenen Zustande undurchsichtig, in der weissen Substanz des Gehirns sparsamer und zäher, in der grauen dagegen reichlicher und mehr gelblich, im Rückenmarke am reichlichsten sein sollte. — Die Kügelchen wurden als hell und durchscheinend, und nur wenn mehrere hinter einander liegen, als weiss beschrieben; nicht alle sind von derselben Form und Grösse, die meisten vollkommen rund oder abgeplattet und kleiner als Blutkügelchen, von $^1/_{200}$—$^1/_{800}$—$^1/_{1000}$''' im Dm. nach *Krause*, von $^1/_{450}$—$^1/_{500}$''' nach *Arnold*, von 0,0014—0,0015 L. nach *Weber*, *Prévost* und *Dumas*.

a. **Primitivnervenfasern, Nervenfäserchen,** Primitivcylinder der Nerven, Nervenröhren, Markcylinder, *fibrillae nerveae, fibrae nerveae primitivae.* **Diese einfachsten (peripherischen) Nervenfasern des animalen Systems, welche nach frühern Ansichten aus aggregirten Nervenkügelchen bestehen sollten, nach neuern Untersuchungen aber die letzten Formelemente des Nervengewebes bilden, sind sehr lange, einzeln sich glänzend, hell und farblos, in grössern Massen aber weiss zeigende, durchsichtige, ganz glatte, cylindrische Fäden, welche gerade, oder auch geschlängelt und selbst in scharfen Winkeln zickzackförmig gebogen (so dass ihre Oberfläche ein quergestreiftes oder sehnenartiges Ansehen bekommt) neben einander liegen (doch nicht vollkommen parallel) und dann die dem blossen Auge sichtbaren Nervenfasern, *fibrae nerveae*, zusammensetzen. Der Durchmesser dieser Nervenfibrillen, welcher sich, soweit man sieht, an den einzelnen Fäserchen gleich bleibt, ist sehr verschieden (nach *Krause*, von $^1/_{1260}$—$^1/_{180}$''', nach *Henle* 0,0008—0,0084'''); in den meisten Nerven kommen Fasern jeder Stärke neben einander vor, in andern haben die feinern (wahrscheinlich Empfindungsnerven), oder die stärkern (wahrscheinlich Bewegungsnerven) das Uebergewicht. Sie bilden die Marksubstanz gänzlich, die Rindensubstanz aber nur zum kleinsten Theil, und laufen von ihrem Ursprunge aus dem Centraltheile (d. i. ihr centrales Ende) ununterbrochen, ohne sich zu zertheilen oder mit andern zusammenzufliessen, bis zu ihrer Endigung an der Peripherie (d. i. ihr peripherisches Ende), so dass also der Stelle am letztern Ende nur eine einzige Stelle im Centralorgane entspricht. — Was den Bau dieser Primitivfasern betrifft, so hielt man sie früher für solide, oder aus noch viel feinern Fäserchen bestehende, nach *Ehrenberg* für theils variköse, theils glatte Fäden, nach den neuesten Beobachtungen (die aber *Fontana* schon i. J. 1781 gemacht hat) sind es aber aus einer Hülle und einem (fettigen) Inhalte zusammengesetzte Röhren, die von einer Zellgewebscheide umgeben werden.**

1) Das **Neurilem**, die Zellgewebscheide, äussere Scheide, besteht aus festen, meist der Länge der Nervenfaser nach verlaufenden Zellgewebsfäden, die noch mit Zellenkernen oder Resten derselben und wohl auch mit Kernfasern (s. S. 153) und ästigen Fasern besetzt sind, wie in der gestreiften Gefässhaut (s. S. 412).

2) Die **Hülle**, Begränzungshaut oder innere Scheide der Nervenfibrille, ist eine blasse, sehr dünnhäutige, contractile, cylindrische, beim geringsten Drucke aber platt werdende Röhre, welche nach *Henle* bei unversehrtem Inhalte durchaus unsichtbar ist, bei Entfernung des letztern aber (durch Druck oder Essigsäure) zusammenfällt, sich etwas kräuselt, feinkörnig zeigt und endlich zu einem dunklen, etwas rauhen, scheinbar soliden Faden zusammenzieht. *Schwann* und *Rosenthal* haben längsovale Kerne in dieser Scheide wahrgenommen, auch sind undeutliche Längs- und Querstreifen, Kernfasern aber nicht mit Sicherheit an ihr gesehen worden. Nach *Valentin* hat es den Anschein, als liefen zwei einander kreuzende Faserformationen schraubenförmig um das Rohr herum. Nach *Krause* ist diese Scheide texturlos, nicht von feinern Fibrillen zusammengesetzt, erscheint bei durchfallendem Lichte durchsichtig, glänzender und von mehr gelblicher Färbung als der Inhalt, und ist an den dickern Nervenfibrillen durch ihre doppelte Contour zu erkennen, von welchen die äussere schärfer und dunkler, die innere matter ist; während sie sich an den feinsten Fibrillen nur als eine dunklere scharfe Linie zeigt. Die Stärke der Scheide beträgt an den dickern Fibrillen $^1/_{1260}$—$^1/_{840}$''', ungefähr $^1/_5$ des Dm. der ganzen Fibrille; an den feinern Fäserchen (unter $^1/_{500}$''' Dm.) ist sie nicht mehr mit Sicherheit zu messen. *Valentin* beobachtete in einzelnen Fällen an der Innenfläche dieser Scheide bei ganz frischen Nerven eine Spur von Bewegung und schliesst daraus auf die Anwesenheit von Flimmerepithelium. — Die Begränzungshaut der Nervenfäserchen in den centralen Nervenorganen ist weicher, zarter und dünner als an den Fäserchen der Nerven, weshalb die ersteren durch Druck sehr leicht eine variköse Beschaffenheit bekommen.

3) Der **Nervenfaserinhalt**, das **Nervenmark**, der wesentliche Theil der Nervenfaser, ist im frischen, lebenden Zustande eine ganz homogene, helle, opalartig milchweisse, zähe und weiche, halbflüssige Substanz, welche aus einer etwas festern Rinden- und einer Marksubstanz (Primitivband der Nervenfaser) zu bestehen oder sich doch leicht in diese beiden Substanzen zu trennen scheint sowie äusserst leicht, sowohl von selbst nach dem Tode, als durch äussere einwirkende Agentien (Wasser, Weingeist, Aether, Säuren, concentrirte Lösungen von alkalischen und Metallsalzen u. dergl.) gerinnt. Dabei wird zuerst der Inhalt trüber und fester, der Rand breiter und dunkler; letzterer schreitet dann von allen Seiten gegen die Achse vor und füllt endlich die ganze Röhre aus; bisweilen bleibt aber in der Achse, bald dem einen, bald dem andern Rande näher, ein bald gerader, bald geschlängelter, heller Streif (Achsencylinder *Purkinje's*), der aber sehr unregelmässig und vielleicht der bei der Gerinnung flüssigbleibende, serumähnliche Bestandtheil des Marks ist, während die dunkle Peripherie mit dem Coagulum verglichen werden kann. In diesem letztern werden äusserst unregelmässige Körnchen und Linien sichtbar, die sich allmälig mehren und dem Marke ein feiner granulirtes Ansehen geben. Der Hauptbestandtheil dieses Inhaltes ist Wasser, in dem sich eine freie fettartige Substanz in Verbindung mit Eiweiss aufgelöst befindet; es ist also das Mark während des Lebens eine wirkliche Auflösung und keine Emulsion, nach dem Tode scheinen sich aber bei der Gerinnung die fett- und eiweissartigen Bestandtheile zu trennen. — *Krause* beschreibt den Inhalt als einen Primitivfaden, *filum nerveum primitivum* (*Remak* als ein plattes, blasses, scheinbar faseriges Primitivband), welcher die Gestalt eines mässig platten Cylinders hat, milchweiss, nicht glänzend, bei durchfallendem Lichte klar und durchsichtig, zwar sehr weich, jedoch solide und keineswegs tropfbarflüssig ist. Es zerreisst sehr leicht, besonders nachdem er durch Imbibition von Wasser oder durch die sehr bald nach dem Tode eintretende Zersetzung erweicht ist, und zerfällt dann in runde, weisse, theils unregelmässige, theils kuglige Körnchen (die frühern Nervenkügelchen), von $^1/_{800}$—$^1/_{1000}$''' Dm.

Die mit Einschnürungen abwechselnden Varicositäten, welche *Ehrenberg* an den Fibrillen des Gehirns und Rückenmarks, des *nerv. opticus*, *olfactorius*, *acusticus* und zum Theil im *sympathicus* entdeckte, entstehen (an den feinern Fibrillen von $^1/_{1260}$—$^1/_{500}$''') erst bei Druck und Zerrung und Einwirkung des Wassers, vor der Gerinnung des Markes, durch Verdünnung desselben und stellenweise Ausdehnung der Begränzungshaut. Nach *Henle* bilden sich diese Anschwellungen auf ähnliche Weise, wie die, an einer zähen, viskösen Materie, welche man zwischen 2 Fingerspitzen zu einem Faden zieht; die Scheide hat daran keinen Antheil und folgt den Einschnürungen der Marksubstanz nicht.

Die centralen Primitivnervenfasern (früher variköse, gegliederte genannt) des animalen Systems stimmen hinsichtlich der Beschaffenheit ihres Inhaltes und der Begränzungshaut mit den peripherischen Markröhren fast ganz überein, nur scheinen sie schmäler, weicher und mit keiner oder mit einer nur sehr dünnen äussern Zellgewebsscheide versehen zu sein (weshalb hier leichter Varicositäten entstehen können); auch ist ihre Begränzungshaut weicher, zarter und dünner.

Die Primitivfasern der vegetativen Nerven, organische Fasern, Knötchenfibrillen, welche von *Retzius* und *Müller* als dem Sympathicus eigenthümlich vermuthet und von *Remak* gefunden wurden, sind sehr dünne und durchsichtige, gallertartige, weiche, röthlichgraue, nicht röhrige und scheidenlose, anscheinend homogene, platte, auch quergestreifte Fasern von $^1/_{1300}$ — $^1/_{840}$''' Dm., mit zahlreichen, meist auf der platten Fläche, oft alternirend an entgegengesetzten Seiten aufsitzenden und in ziemlich gleichen Abständen (von $^1/_{250}$ — $^1/_{60}$''') geordneten, runden, ovalen oder spiralförmigen Körnchen oder Zellenkernen (von $^1/_{380}$ — $^1/_{250}$''' Dm.), die bisweilen mit Kernkörperchen versehen und an beiden Polen in kurze Spitzen ausgezogen sind. Diese organischen Fasern sind den Zellstofffasern sehr ähnlich, unterscheiden sich nach *Krause* von denselben aber durch ein weniger helles, mehr mattes Ansehen, feinere und blassere Contour, einen weniger geschlängelten Verlauf und die helleren, mehr gelblichen Körnchen. Ob diese Fäserchen blosse Zellgewebsfasern oder wirkliche Nervenfasern sind, ist noch nicht ausgemacht; *Henle*, der diesen Zweifel auch nicht löst, schlägt vor, sie gelatinöse Nervenfasern zu nennen, da sie den Fasern in der gelatinösen Substanz der Centralorgane ähnlich sind und in Nerven vorkommen. *Müller* stellt die Hypothese auf, dass diese organischen Fasern die Mittheilung zwischen den Ganglienkugeln vermitteln, gewissermaassen ein Commissurensystem der Ganglien seien (s. beim sympathischen Nerven). — *Volckmann*, der die *Remak*'schen Fasern für Zellgewebsfäden erklärt, nimmt aber noch besondere organische Fasern an, die sich hauptsächlich durch ihre Dünnheit und Blässe von den animalen unterscheiden und aus den Ganglien entspringen. (Das Weitere s. nachher beim sympathischen Nerven.)

b. **Ganglienkugeln, Nervenkörper, Belegungskörper,** sind sehr unregelmässig gestaltete (rundliche, ovale, spindelförmige, platte, cylindrische, keilförmige, wurst- und nierenförmige, vier- und dreieckige, herzförmige u. s. f.), grau- oder gelbröthliche, härtlich-weiche, fast wachsartige Körnchen von sehr verschiedener Grösse ($^1/_{150}$ — $^1/_{80}$‴ im Mittel; grosse von $^1/_{38}$‴, die kleinsten von $^1/_{420}$‴). Sie finden sich nur in der grauen Nervensubstanz, welche ihnen die Farbe zu verdanken hat, und sind hier entweder gar nicht oder mehr und weniger von Markfibrillen umsponnen. Ihr Bau ist der einer Primitivzelle; sie bestehen nämlich aus einer texturlosen, äusserst feinen Zellenmembran, einem halbfesten und körnigen, bräunlichgelben bis bräunlichgrauen, graugelben bis grauen Zelleninhalt, und aus einem (nur selten mehreren) hellen, durchsichtigen, bläschenartigen, meist in der Mitte liegenden, mit einem (auch 2—3) excentrischen, rundlichen, soliden, gelbbraunen bis gelblichen Kernkörperchen versehenen, Zellenkern, von runder oder länglicher Gestalt und $^1/_{65}$ — $^1/_{1260}$‴ Dm. Jede Ganglienkugel hat nach *Valentin* eine kapselförmige Zellgewebs-Scheide, welche von *Remak* geleugnet wird; sie besteht aus sehr dünnen, grauweissen, leicht röthlich werdenden, feinen, weichen, cylindrischen und mit Kernen oder Kernfasern besetzten Fäden, und bildet nach den Seiten hin Fortsetzungen *(processus vaginae corpusculi gangliosi)*, welche die Scheiden der verschiedenen Kugeln unter einander oder mit den Primitivröhren und Gefässen verbinden, und von Einigen fälschlich für die organischen Nervenfasern *(Remak's)* gehalten werden. Gegen ihre Natur als Nervenfasern sprechen aber: ihre Solidität, ihr Mangel an peripherischer Endigung, ihre Getrenntheit von den Ganglienkugeln und ihr Zusammenhang mit deren Scheiden, ihre Nichtverbindung mit und ihre Nichtrepräsentation im centralen Nervensysteme. — Die centralen Ganglienkugeln unterscheiden sich von den oben beschriebenen peripherischen nur durch ihre ausserordentliche Zartheit und noch grössere Formverschiedenheit. Es kommen ferner in den Centralorganen auch noch Körnchen vor, welche den Kernen der Ganglienkugeln ähnlich sind und es nicht unwahrscheinlich machen, dass sich aus ihnen noch Ganglienkugeln bilden, dass letztere also auf verschiedenen Entwickelungsstufen angetroffen werden können. — Man pflegt auch die zellenartigen Nervenkörper nach ihrer Form einzutheilen: *a)* in die keulenförmigen Körperchen *(Ehrenberg)*, Ganglienkugeln *(Valentin)*, mit einem Fortsatze, welcher von der Hülle abgeht; sie finden sich im Gehirn und vorzugsweise in den peripherischen Ganglien; in letzteren legt sich ihr Fortsatz an einen Nervencylinder an (und ergiesst vielleicht seinen Inhalt in diesen). *b)* Vielzackige Nervenkörperchen, mit mehrern Fortsätzen versehen (ähnlich den ramificirten Pigmentzellen), finden sich hauptsächlich in der grauen Masse des Rückenmarks, ferner im Gehirn und, aber weniger und mehr nach aussen, in den Ganglien; ihren Zusammenhang mit den Nervenröhren kennt man noch nicht. *c)* Kuglige centrale Nervenkörper, runde Bläschen mit einem kernkörperchenhaltigen, meist excentrischen Kerne (vielleicht frühere Stadien von *a* und *b*), welche *d)* in der feinkörnigen Grundlage der grauen Rindensubstanz des Gehirns (die sich auch in den Ganglien zwischen den Nervenzellen findet) eingestreut liegen.

c. Das **Zellgewebe**, welches zur Zusammensetzung des Nervengewebes beiträgt und der Träger der Blutgefässe, so wie der Fett- und Pigmentablagerungen ist, bildet um den ganzen Nerven eine feste fibröse Scheide (Nervenscheide, *vagina nervi*), deren Stärke mit der Dicke der Nerven zu- und abnimmt; sie hängt nach aussen mit dem benachbarten formlosen Zellgewebe zusammen und geht allmälig in dieses über, nach innen schickt sie aber Fortsetzungen, welche immer kleinere und kleinere Mengen von Nervenfasern (Nervenbündel und Nervenstränge) scheidenartig einhüllen und mit einander verbinden. Die Zellgewebsscheiden der einzelnen Fasern, Bündel und Stränge, welche also alle unter einander in Verbindung stehen, führen den Namen Neurilem *(neurilemma)* und scheinen nirgends, auch an den

Nervenfasern in den Organen und nach *Valentin* selbst in den Centralorganen nicht zu fehlen. Sie stellen glatte, glänzende Schläuche dar, an denen man schräge oder quer laufende, zuweilen spiralförmig gewundene oder im Zickzack gebogene, helle, glänzende Streifen bemerkt, die mit dunkleren abwechseln. Der Grund dieser Querstreifung, welche besonders deutlich an dünnern Nerven und grössern Bündeln starker Nerven hervortritt, liegt nach Einigen in einer wellenförmigen Krümmung der die Scheide bildenden Zellgewebsfasern, nach Andern in einer allseitig schlangenförmig gekrümmten Lage der Primitivfaserbündel innerhalb der gleichmässig röhrenförmigen Scheide, wobei erstere der letztern bald näher, bald entfernter liegen und mithin abwechselnd bald mehr, bald weniger deutlich hindurchschimmern müssen. Bei dieser Einrichtung muss bei etwaiger Zerrung eines Nerven erst die Scheide bedeutend gereckt werden, ehe sich die Ausdehnung auf die relativ längeren und lose in ihrer Hülle liegenden Nervenfasern erstrecken kann. — Nach *Henle* hat das Zellgewebe um die grössern Nervenbündel herum durchaus den Charakter des fibrösen Gewebes, dagegen steht das der feinern Bündel und Fasern auf einer frühern Stufe der Entwickelung. Häufig kommen hier noch ächte Zellgewebsfibrillen vor, aber nicht mehr so bestimmt in Bündel parallel geordnet, sondern mehr vereinzelt und durchflochten; dazwischen verlaufen Fasern mit Resten der Cytoblasten (Kernfasern), ferner structurlose, glashelle oder schwach granulirte häutige Röhren mit aufliegenden und in die Länge gezogenen Zellenkernen, und gabelförmig gespaltene, sehr blasse, an den Theilungsstellen zu kleinen Knötchen angeschwollene Fasern.

d. Die **Blutgefässe** im Nervengewebe, welches zu seinem Leben viel (besonders arterielles) Blut und also auch sehr zahlreiche Blutgefässe bedarf, verbreiten sich im Neurilem und umspinnen die Fasern mit einem Netze von den allerfeinsten Capillargefässen (von 0,002‴ Dm.). Dieses Netz bildet in der Marksubstanz und den Nerven sehr in die Länge gedehnte grosse Maschen, indem sich die Gefässchen in weiten Strecken meist den Nervenfasern, seltener den Fäserchen parallel hinziehen und von Zeit zu Zeit durch quere und schiefe, vor und hinter den Fasern hinweglaufende Reiserchen mit einander anastomosiren. Besonders reich an Gefässen ist aber die graue Substanz, wo dieselben nicht ein breitmaschiges, sondern ein dichtes und sehr feines Capillarnetz bilden; das Gehirn, wo die allerengsten Capillaren vorkommen, ist reicher an Blutgefässen, als das Rückenmark und die Ganglien, und diese wieder reicher daran als die Nerven. Man nimmt an, dass sich zum Gehirne allein $\frac{1}{5}$ der ganzen Blutmasse des Körpers begibt, und nach *Haller* soll in einer bestimmten Zeit zum Gehirne 8mal mehr Blut, als zu jedem andern Theile geführt werden. — Die Venen der Nervensubstanz begleiten die Arterien nicht und treten deshalb an andern Stellen aus derselben heraus, als wo die Arterien eintreten. Sie scheinen erst bei ihrem Heraustreten aus dem Nervengewebe als solche aufzutreten.

Die Lymphgefässe und Nerven der Nerven sind noch sehr zu bezweifelnde Gebilde.

B. Chemische Zusammensetzung der Nervensubstanz.

Was das chemische Verhältniss der Gehirnsubstanz, welche von der Nervensubstanz nicht wesentlich (nur durch ihre grössere Weichheit) verschieden ist, betrifft, so gehört sie zu denjenigen festen thierischen Substanzen, welche, wenn sie gekocht werden, keinen Leim geben und am meisten Wasser enthalten, denn dieses macht $\frac{4}{5}$—$\frac{7}{8}$ ihres Gewichts aus. Ausser dem Wasser sind die Hauptbestandtheile Eiweiss und Fett in einer noch nicht gekannten nähern Verbindung, sowie Phosphor und Schwefel. Die Menge dieser Substanzen ist: 7 Th. Eiweissstoff, 5 Th. fette Substanz und 80 Th. Wasser.

a) Der **Eiweissstoff**, welcher von dem Albumin des Blutes nicht wesentlich verschieden ist, scheint halb geronnen zu sein, vielleicht durch Phosphorsäure. — *b)* Das **Hirnfett** (in welchem von *Gobley* das **Glycerin** unter der Form von phosphorsaurem Glycerin-Ammoniak nachgewiesen worden ist) schied *Vauquelin* in weisses, festes, beim Erkalten aus der Weingeistauflösung in glänzenden Blättern krystallisirendes Fett oder **Hirnstearin**, und in rothbraunes, schmieriges, nach frischer Hirnsubstanz riechendes und ranzig schmeckendes Fett oder **Hirnelain**. Beide Fettarten gehen mit Laugensalzen keine seifenartigen Verbindungen ein und enthalten Phosphor, wodurch sie sich von den andern Fettarten unterscheiden. Das Hirnstearin haben *Kühn* und *Gmelin* noch in blätteriges Stearin oder **Cerebrin** (von eigenem Geruche, wird nach einiger Zeit gelb und braun und unterscheidet sich vom Gallenfette nur durch Phosphorgehalt) und in wachsartiges, pulverförmiges Stearin oder **Myelokon** (geruchlos, bleibt immer weiss und enthält weniger Phosphor) zerlegt. Ausserdem schied *Kühn* aus der Gehirnsubstanz noch ein Fett aus, welches sich mit Laugensalzen verseifen lässt. Neuerlich hat *Couerbe* 5 fette Stoffe im Gehirn unterschieden, nämlich: ein gelbliches pulverartiges *(Stearoconot)* und ein gelbliches elastisches Fett *(Cephalot)*, ein röthlichgelbes Oel *(Eleencephol)*, eine weisse wachsartige Masse *(Cerebrot)*, und das Hirn- oder Gallenfett *(Cholestearin)*, von denen die 4 ersten zugleich Schwefel, Phosphor und Stickstoff enthalten, im 5. aber sich diese Grundstoffe nicht vorfinden. Nach *Frémy* können die von *Couerbe* entdeckten Substanzen nicht als unmittelbare Stoffe betrachtet werden, sondern als Natronseifen zweier neuen Fettsäuren. Er fand folgende Bestandtheile des Gehirns: 1) **Cerebrinsäure**, im freien oder mit Natron und phosphorsaurem Kalk verbundenen Zustande, eine weisse, schwach saure Substanz; 2) *Oleophosphor*-**Säure**, frei und mit Natron verbunden, eine eigenthümliche fette Säure, klebrig, gelb, und sich leicht in Olein und Phosphorsäure zersetzend; 3) *Cholesterin;* nur dieses ist als eigentliches Fett im Gehirne vorhanden; 4) Spuren von Olein und Margarin, Oleinsäure und Margarinsäure; 5) Wasser und Eiweissstoff. — *c)* Der **Phosphor** ist in unverbranntem Zustande und mit dem Fette verbunden zugegen (nach *Raspail* als phosphorsaures Ammonium); in eingeäscherter Hirnsubstanz findet sich freie Phosphorsäure. — *d)* Die Menge der **erdigen Salze** (salzs. Natron, phosphors. Kali, Kalk, Talk) ist äusserst gering. — *e)* Der **Schwefel** gehört dem Eiweisse an. — Die **Grundstoffe**, von denen die Nervensubstanz verhältnissmässig wenig Stickstoff, aber sehr viel Wasserstoff enthält, finden sich nach *Sass* im folgenden Verhältnisse in ihr: Kohlenstoff 0,5348, Wasserstoff 0,1689, Stickstoff 0,0670, Sauerstoff 0,1849, Phosphor 0,0108 und Schwefel und Salze 0,0336. — **Folgende Analysen der Gehirnsubstanz existiren:**

Vauquelin:	
Wasser	80,00
Eiweissstoff .	7,00
Hirnfett (Stearin 4,53, Elain 0,70)	5,23
Phosphor . .	1,50
Osmazom . .	1,12
Säuren, Salze u. Schwefel .	5,15
	100,00

Denis:	bei 20jähr. Menschen:	bei 78jähr. Menschen:
Wasser	78,00	76,00
Eiweiss . . .	7,30	7,80
Fett (phosphorhaltig) .	12,40	13,30
Osmazom u. Salze	1,40	2,50
Verlust	0,90	0,90
	100,00	100,00

Lassaigne:	Rindensubstanz.	Marksubstanz.
Eiweiss	7,7	9,9
Farbloses Fett	1,0	13,9
Rothes Fett . .	3,7	0,9
Osmazom, Milchsäure, Salze	1,4	1,0
Phosphorsaure Salze	1,2	1,3
Wasser	85,0	73,0
	100,00	100,00

Die **graue Substanz** soll nach *John* weniger Fett, keinen Phosphor und einen weichern Eiweissstoff haben, aber mehr Hirnelain (nach *Denis*); die Substanz des **Rückenmarks** enthält nach *Vauquelin* mehr fettartige Materie, aber weniger Eiweiss, Osmazom und Wasser, die **Nerven** mehr Eiweiss und weniger Fett; **Hirn** und **Rückenmark** sollen mehr krystallisirbares und weniger talgartiges Fett als die Nerven besitzen. — Die Gehirnsubstanz fault leicht; wird durch alles, was den Eiweissstoff zum Gerinnen

bringt, fester; mit Wasser gerieben gibt sie eine milchige Emulsion und mit Säuren eine milchige Auflösung. — Die Substanz des Nervensystems nähert sich unter den verschiedenen thierischen Stoffen am meisten der Samenfeuchtigkeit.

C. Anordnung, Entwickelung, Regeneration und Verschiedenheiten des Nervensystems.

a. **Anordnung.** Das menschliche Nervensystem, welches sich von dem aller Thiere durch das im Verhältnisse zur Grösse der Nerven und des Körpers grösste Gehirn auszeichnet, ist im Ganzen sehr symmetrisch geordnet, d. h. seine beiden Seitenhälften entsprechen einander vollkommen. Vorzüglich gilt dies vom Gehirne, Rückenmarke und den aus diesen entspringenden Nerven, welche Theile auch in ihrem Baue sehr wenig Veränderungen erleiden; nur der sympathische Nerv macht von diesem symmetrischen Baue eine Ausnahme, indem er mit seinen Zweigen grösstentheils ohne alle Ordnung und Symmetrie im Körper herumliegt. Alle einzelnen Theile des Nervensystems sind entweder paarig und entsprechen einander auf beiden Seiten sehr genau, oder sie sind unpaarig und liegen in der Mittellinie. Doch immer bestehen diese letztern aus 2, durch ihr Zusammentreten in der Mittellinie zu einem Ganzen verschmolzenen gleichen Hälften. — Beide Seitenhälften des Gehirns und Rückenmarks verbinden sich theils durch graue, theils durch weisse Substanz, in welcher letztern die Fasern meist in der Quere laufen und sich mit den Längenfasern der Seitentheile durchkreuzen. Nur da, wo das Rückenmark mit dem Gehirne zusammenhängt, gehen Fasern von einer Seite auf die andere herüber, und durchkreuzen einander.

b. Was die **Entstehung** des Nervensystems anlangt, so hat man beobachtet, dass es eins der am frühesten entstehenden Systeme, wo nicht das früheste ist. Unter den einzelnen Theilen desselben sind aber Gehirn und Rückenmark wieder diejenigen Theile, welche früher als die andern gebildet werden. Beider Urrudimente sind zugleich vorhanden und es scheint die bis jetzt allgemein bestandene Ansicht, als sei das Gehirn ein aus dem Rückenmarke hervorgewachsener Theil, falsch zu sein. Nach der Bildung dieser Centraltheile, als Primitivstreifen (s. bei Embryo), ist der sympathische Nerv der zunächst entstehende Theil des Nervensystems, welcher sich vor dem Rückenmarke, gleichsam eine unvollkommene Wiederholung desselben, als eine Reihe von Knoten entwickelt, die durch Markstränge unter einander und mit diesem zusammenhängen. — Uebrigens geschieht die erste Bildung des Nervengewebes sowohl der grauen als weissen Substanz, der Ganglienkugeln und Markröhren, wie anderer Gewebe aus Zellen (s. S. 145), welche sich nach *Valentin* innerhalb eines mehr flüssigen und durchsichtigen Blastems als durchsichtige, äusserst dünne und leicht berstende Bläschen um einen gelblichen Kern mit Kernkörperchen bilden. Um diese primitiven Zellen, welche anfangs dicht an einander liegen, lagert sich nur eine feinkörnige Masse und trennt die Zellen von einander; indem sich dann diese Umlagerungsmasse immer mehr abgränzt und wahrscheinlich auch eine umschliessende Membran erhält, ist nun die anfängliche Zelle zum Kern, der *nucleus* derselben zum Kernkörperchen, und die Umlagerungssubstanz zur Zelle (Anschliessungszelle) geworden und eine Ganglienkugel fertig. Demnach entspricht der Kern der Ganglienkugeln der Elementarzelle anderer Gewebe, und die feinkörnige Umlagerungssubstanz stellt gleichsam ein um jede Zelle abgegränztes (mit oder ohne Hülle?) Stück Cytoblastem oder Intercellularsubstanz dar. In dieser letztern hat man nun auch neue Zellenkerne entdeckt und es lässt sich deshalb vermuthen, dass nach der Geburt noch eine zeitweise oder beständige Regeneration der Ganglienkugeln statt findet. *Schwann* hält dagegen die äussere Hülle der Ganglienkugeln für die ursprüngliche Zellenmembran und die primären Zellen hätten sich also nur auszudehnen und die punktförmige Masse in ihrer Höhle zu erzeugen. — Die

Nervenröhren entstehen nach *Valentin*, wie die Ganglienkugeln, ebenfalls aus Zellen (deshalb sieht die gesammte Marksubstanz in frühester Zeit matt grauweiss), um welche sich bald die feinkörnige Masse, nur in geringerer Menge, ablagert (deshalb sieht nun die Nervenmasse grauröthlich); die primitiven Zellen reihen sich jetzt an einander, ihre Zwischenwände werden resorbirt, ihre Seitenwandungen bleiben aber und werden zur innern Nervenscheide (Hülle, Begränzungshaut), so dass also die Primitivfaser selbst aus vielen primitiven Zellen hervorgeht; der Zelleninhalt und die allmälig blassen und schwindenden Kerne der verschmolzenen Zellen metamorphosiren sich aber zum Nervenmarke. *Schwann* stellt die Vermuthung auf, dass sich an jeder Faser das Nervenmark als Rinde anlege und die Faser selbst zum Achsencylinder würde. Vergleicht man die Entwickelung der Nerven mit der der Muskeln, so entspricht die Primitivfaser der Nerven dem Primitivbündel der gestreiften Muskeln und es wäre demnach bei ersteren eine Faser schon ein secundäres Bündel bei letzteren.

c. **Regeneration der Nerven.** Durchschnittene oder theilweise zerstörte Nerven können sich regeneriren, indem in dem Exsudate, welches beide Schnittenden verbindet, von beiden Seiten, wie es scheint, aber besonders vom obern Ende (welches mehr anschwillt) her Primitivfasern entstehen, die sich begegnen und mit einander verschmelzen, wenn der Abstand der Schnittenden nicht zu gross war. Nach der Vereinigung stellt sich die Leitung in den Nervenfasern (nach 5—12 Wochen) mehr oder minder vollkommen wieder her. Gewöhnlich ist das Letztere der Fall, weil die in der an Zellstoff reichen Narbe neu erzeugten Nervenfasern sparsamer und auch dünner sind; vielleicht trägt auch das Zusammenheilen verschiedener Fasern, nämlich einer sensitiven mit einer motorischen, zu dieser minder vollkommenen Leitungsfähigkeit bei.

d. **Verschiedenheiten.** Beim Embryo lässt sich graue und weisse Substanz noch nicht genau unterscheiden, denn beider Farbe ist so ziemlich gleich, da die weisse blutreicher, also dunkler, und die graue weniger dunkel ist; nur die faserige Beschaffenheit ist bei der weissen Substanz deutlicher und noch früher zu sehen, ehe sie ihre weisse Farbe erhalten hat. Diese erhält sie in den Nerven und Rückenmarke früher, als im Gehirne, in welchem die untern Theile früher als die obern ihre markige Beschaffenheit bekommen. In den frühern Perioden des Lebens ist das Nervensystem verhältnissmässig bedeutend grösser, weicher und feuchter, als in den spätern. Bei dem Neugebornen ist das Verhältniss des Gewichts des Gehirns zu dem des Körpers am grössten, während vielleicht noch grössere Verhältnisszahlen, wenn auch nicht dem Gewichte, doch dem Volumen nach, sich beim Fötusgehirn finden. Beim fernern Wachsthum des Kindes und Jünglings nimmt zwar die Masse des centralen, wie peripherischen Nervensystems absolut zu, aber das relative Gewicht ab. Auch rücksichtlich der äussern Form und gegenseitigen Anordnung gehen während des Wachsthums noch manche Veränderungen im Nervensysteme vor sich, so z. B. zieht sich das Rückenmark, welches anfangs den ganzen Wirbelkanal ausfüllte, nach oben zurück u. s. w. — Im hohen Alter erleidet der Bau des Nervensystems auffallende Veränderungen. Die Menge des Wassers in der Neurine nimmt ab, die des Eiweisses zu, der Gehalt an Phosphor scheint bedeutender zu werden *(Andral)*; Gehirn und Nervenmark werden härter, dichter, gelblich, trocken, die graue Substanz schwindet, weshalb sich die Ganglien und die Zweige des *nerv. sympathicus* verkleinern und härter werden, das Neurilem wird dichter und faseriger. Das Volumen und Gewicht des Gehirns und der Nerven nimmt ab; nach *Andral* ist das specif. Gewicht des grossen Gehirns bei alten Leuten, im Vergleiche zum Mannesalter, wohl um $^1/_{20}$ vermindert; im Durchschnitte ist es um 3—4‴ kürzer und um 2—4‴ schmäler. — Als Geschlechtsverschiedenheit kann man das grössere Verhältniss des Gehirns zu den Nerven und zum übrigen Körper im weiblichen Geschlechte betrachten, was wahrscheinlich auf der grössern Lockerheit und Feuchtigkeit, wie im kind-

lichen Alter, beruht. Der erwachsene Mann hat aber im Allgemeinen ein grösseres und schwereres Gehirn als die erwachsene Frau, während bei den Neugebornen diese Unterschiede minder auffallend hervortreten. — Als Raçenverschiedenheit kann das ansehnlichere Verhältniss der Nerven zum Gehirne bei den Negern angegeben werden; auch zeigt letzteres eine geringere Asymmetrie der Windungen beider Hemisphären des grossen Gehirns, und die grösste Breite des kleinen Gehirns bleibt immer den Minimis der Europäerin sehr nahe. Aus Allem ergibt sich, dass die schwarzen Menschenraçen im Allgemeinen den weissen in ihrer Hirnbildung nicht nachstehen und vielleicht nur in ihren Mittelzahlen sich mehr an die niedern Zahlen des Weibes, als an die höheren des europäischen Mannes halten.

D. Einzelne Theile des Nervensystems im Allgemeinen.

Das ganze Nervensystem zerfällt, wie früher gesagt wurde, in das animale und vegetative, und jedes wieder in einen Central- und einen peripherischen Theil. In allen diesen Abtheilungen, welche aber ununterbrochen mit einander zusammenhängen, finden sich die beiden Urmassen des Nervensystems, nämlich die Ganglienkugeln (s. S. 525) und die Primitivfasern (s. S. 523), nur verschieden modificirt. — Seine peripherischen Punkte hat das Nervensystem an der Oberfläche des ganzen Körpers, sowie einzelner Gebilde, und steht hier in Beziehung zum Aeussern (d. i. zu den plastischen und irritabeln Gebilden, sowie zur Aussenwelt). Die Peripherie wird aber mit dem Centrum (d. s. Gehirn, Rückenmark und die Ganglien) durch die Nerven verbunden; diese sind die Leiter von dem einen Punkte zum andern und vermitteln die Wechselwirkung vom centralen und peripherischen Ende.

I. Animales, willkührliches Nervensystem, Cerebro-Spinalnervensystem.

Dieses Nervensystem *(systema cerebro-spinale)* ist die Haupttriebfeder des animalischen Lebens und hat die Function, die Eindrücke der Aussenwelt zum Bewusstsein kommen zu lassen (Empfindung), und durch das Muskelsystem die Ideen des geistigen Lebens in der Aussenwelt zu realisiren (willkührliche Bewegung). Sein Centraltheil ist das Gehirn und Rückenmark, der peripherische die aus diesen beiden Organen entspringenden Nerven, *nervi cerebrospinales*. Derjenige Theil dieses Systems, welcher zunächst Bewegungen vorsteht, ist das Rückenmark; das Gehirn ist dagegen vorzugsweise das Organ der Empfindung, in welchem die höhern Sinne ihren Sitz haben und die Geistesfunctionen zu Stande kommen. In den Cerebro-Spinalnerven sind demnach 2 Arten von Fasern zu finden, von denen die eine der Empfindung *(fibrae sensitivae)*, die andere der Bewegung *(fibrae motoriae)* dient; die erstern Fasern haben ihre peripherischen Enden in sensibeln, die letzteren in contractilen Organen; ihre Centralenden befinden sich im Gehirn oder Rückenmarke. Im Gehirne scheint nun aber auch noch eine 3. Art

von Fasern zu existiren, deren Reizung weder zu Bewegungen, noch zu Emfindungen Anlass gibt. Sie nehmen die Hemisphären und Commissuren des grossen Gehirns ein und dienen wahrscheinlich dem Denken. Dafür spricht: die allmälig mit der Entwickelung der Intelligenz in der Thierreihe zunehmende Grösse der Hemisphären, ihre Kleinheit und ihr Schwinden bei Blödsinnigen, der Stumpfsinn bei Thieren, denen man diese Theile abgetragen hat, und endlich der Verlust der Wechselwirkung zwischen dem Denken und den empfindenden und beweglichen Organen, sobald der Zusammenhang der Nerven mit dem grossen Gehirne aufgehoben ist *(Henle)*.

Marshall Hall schliesst durch Versuche noch auf excitomotorische Fasern (bestehend aus Incident- oder excitatorischen und Reflex- oder motorischen Fasern), welche er eigentliche Spinalnerven nennt und mit einer, vom Gehirn unabhängigen Partie des Rückenmarks zusammenhängen lässt, während die andern Spinalnerven mit ihren Fasern durchs Rückenmark zum Gehirn laufen. Die Function dieses excitomotorischen Systems soll sein: Reize, hauptsächlich von innern Oberflächen, die mit eigenthümlicher Erregbarkeit versehen sind, aufzunehmen, selbige nach innen zu leiten und sie auf gewisse Bewegungsorgane, hauptsächlich auf solche, welche besonderen Verrichtungen in Ansehung der Ingestion und Egestion vorstehen, ohne Intercurrenz des Willens und der Empfindung, zu reflectiren, d. s. Reflexionsbewegungen, oder solche Bewegungen (automatische), welche auf Reizung nicht ursprünglich Muskeln angehöriger Nerven entstehen und oft den Schein der Willkühr an sich tragen; sie sind von *Müller*, wie später gezeigt wird, auch durch die blossen Empfindungs- und Bewegungsfasern erklärt worden. (Das Weitere s. später in der Nervenphysiologie.)

Es steht nun aber das Hirn-Rückenmarksnervensytem auch mit dem vegetativen oder Gangliensysteme vielfach in Verbindung und soll theils an dieses Fasern (motorische und sensorielle) abgeben, theils Fasern (organische?) von diesem aufnehmen, so dass es, wie dieses, Einfluss auf die Vegetation äussern kann (s. später beim *nerv. sympathicus*). — Das Cerebro-Spinalnervensystem besteht zum grössten Theile aus Marksubstanz oder weisser Neurine, ist in allen seinen Theilen sehr symmetrisch angeordnet, und seine Nerven, die von einem bestimmten Punkte, entweder vom Gehirne oder Rückenmarke, entspringen, und sich hauptsächlich zu Organen erstrecken, welche der Willkühr unterworfen sind, verbreiten sich meist baumförmig. Die einzelnen Theile dieses Systems sind die folgenden:

a. Peripherischer Theil des animalen Nervensystems; Nerven, *nervi.*

Die animalen Nerven, welche die meisten Gewebe des Körpers (mit Ausnahme der sogenannten einfachen Gewebe) durchziehen und sich vorzüglich nach der Oberfläche des Körpers und der einzelnen Organe hin, und zwar baumförmig, verzweigen, sind zwischen Peripherie und Centrum ausgespannte Radien und Leiter von einem dieser Punkte zum andern (zu vergleichen mit den Drähten eines elektro-magnetischen Telegraphen). Sie stellen lange, dünnere oder dickere Fäden dar (s. Bd. I. S. 441), an welchen man ein centrales und ein peripherisches Ende (den Ursprung und das Ende) bezeichnet.

Das centrale Ende (der Ursprung) jeder Primitivfaser eines animalen Nerven setzt sich, wie mikroskopische Beobachtungen beweisen, in eine Primitivfaser des Gehirns oder Rückenmarkes fort. Verfolgt man also die Primitivfasern von der Peripherie bis zu ihren Centralorganen, so zeigt sich, dass sie mit den centralen Primitivfasern im continuirlichen Zusammenhange stehen und beide Arten von Fasern also ein fortlaufendes Ganze bilden, gleichsam einen vom peripherischen bis zum centralen Ende isolirt fortlaufenden Draht für die Leitung des Nervenprincips. Es verlieren nur die peripherischen Fäserchen bei ihrem Eintritte in das Centralorgan allmälig ihre Scheiden ganz oder diese werden wenigstens weit dünner. In der Marksubstanz der Centralorgane liegen die Fasern immer noch in Bündeln oder Strängen beisammen, welche theils von den Nerven aus sich fortsetzen und parallel der Längenachse weiter laufen, theils Commissuren bildend aus der einen seitlichen Hälfte ununterbrochen in die andere übertreten; sie bilden dabei Verflechtungen, Knoten, Kreuzungen und Ausstrahlungen und durchsetzen entweder die graue Substanz oder nehmen diese in ihre Maschen auf. Zuletzt breiten sie sich in der grauen Substanz aus, vereinzeln sich und verschwinden; auf welche Weise dies aber geschieht, ist noch nicht ermittelt. Nach *Valentin* endigen hier die Nervenfasern wie an der Peripherie mit centralen Endplexus und Endumbiegungsschlingen, und sonach würden nach *Carus* je 2 Primitivfasern eine sehr langgezogene Ellipse bilden können, deren eines Ende zwischen den Ganglienkugeln des Centralorgans, das andere an der Peripherie zwischen irgend einem Sinnes-, Bewegungs- oder Bildungsorgane seine Lage haben, der eine Schenkel aber mit centrifugaler, der andere mit centripetaler Leitungsfähigkeit versehen sein müsste (s. später bei den Centralorganen). — Das peripherische Ende der animalen Primitivnervenfasern (s. Bd. I. S. 343), von denen man früher glaubte, sie verlören sich in den Geweben der Organe *(Ehrenberg)* oder endigten in feinen Wärzchen *(Treviranus)*, ist etwas bekannter wie das centrale Ende. Es treten nämlich an der Peripherie die Nervenbündel aus einander und bilden Geflechte (Endplexus, welche für jedes Organ eigenthümlich sind), aus denen zuletzt die einzelnen Nervencylinder schlingenartig hervortreten. Diese letztern Cylinder begeben sich dann gewöhnlich rücklaufend in ein anderes Bündel, selten in dasselbe, aus dem sie kamen, zurück. Doch ist diese Endigung der Nerven durch Bildung von Schlingen noch nicht in allen Organen nachgewiesen, überhaupt in der neuesten Zeit wieder etwas zweifelhaft geworden. In folgenden Organen ist die peripherische Endschlinge *(ansa terminalis)* der Nerven beobachtet worden: *a)* in den Muskeln (willkührlichen und unwillkührlichen), wo die Primitivnervenfasern von ihren longitudinalen Bündeln abtreten, schräg oder quer über die Muskelfasern hinweglaufen, dieselben umgreifen und hinter ihnen wieder zu dem Bündel zurückkehren, von dem sie ausgingen; *b)* in der Haut und den Gefühlswärzchen, wo die Nervenschlingen theils einfach aus einem auf- und absteigenden Faden bestehen, theils zu Knäueln aufgedreht sind (zu rosetten- oder spindelförmigen Verwickelungen); *c)* in der Schleimhaut; doch sind hier die Beobachtungen weniger zahlreich; *d)* in den Sinnesorganen: in der Retina, Schnecke und den Ampullen; hier leugnen Manche die Endumbiegung. Noch sind Nervenfasern von *Volckmann* beobachtet worden, welche, ehe sie ein Organ erreichen, umbiegen und in dem Stamme des Nerven, welchem sie angehören, zurücklaufen. *V.* führt 3 solcher Schlingen an: die Verbindung des *nerv. trigeminus* mit dem *patheticus;* zwischen dem 2. und 3. Halsnerven und dem *accessorius;* zwischen den obern Halsnerven und dem *ramus descendens nervi hypoglossi.* Ja es scheint sogar Primitivnervenfäden zu geben, welche sich schon innerhalb des Nervenstammes umbiegen *(Gerber)*, und vielleicht den Nerven für die in seinen Bereich kommenden Eindrücke empfindlich machen *(nervi nervorum).* — Hier und da, besonders in dem elektrischen Organe des Zitterrochen, wollen Einige auch eine Spaltung der Primitivnervenfasern in freie Fasern gesehen haben. —

Merkwürdig ist die **Endigung der Nervenfasern in Pacini'sche Körperchen.** Diese *corpuscula*, schon von *Vater* aufgefunden, von *Henle* und *Kölliker* aber nach ihrem zweiten Entdecker *Pacini* benannt, sind elliptische oder eiförmig gestaltete, etwas gebogene, helle, fast durchsichtige oder matt opalartig glänzende, ungefähr $^1/_2$—$^3/_4$''' im Dm. haltende (0,8''' lange und 0,45—0,6''' breite) Körperchen, welche mittels eines Stieles von verschiedener Länge an einem Nervenfaden ansitzen. Durch den hohlen Stiel tritt eine Primitivnervenfaser in die centrale, mit heller Flüssigkeit gefüllte Höhle des Körperchens ein und endigt hier entweder einfach mit einer knopfartigen Anschwellung oder gabelförmig, auch wohl 3 Mal gespalten. Der Nervenfaden, welcher bis zu seinem Eintritte in diese centrale Höhle den Charakter gewöhnlicher Cerebrospinalnerven hatte, wird in dieser platt, dünner und durchsichtiger. Die um die Centralhöhle befindliche Wand, welche eigentlich den Haupttheil des Körperchens bildet, besteht aus (etwa 50) Schichten oder Kapseln, die wie die Häute einer Zwiebel concentrisch um einander herum liegen, und eine helle Flüssigkeit zwischen sich haben. Die innerste Kapsel, welche die Centralhöhle umschliesst, heisst die centrale. Die Wände der einzelnen Kapseln bestehen aus Zellgewebsfasern mit vielen Kernen, die in regelmässiger Lagerung, gewöhnlich 2 Schichten, eine äussere aus Querfasern und eine innere aus Längenfasern bilden. Am centralen Pole, an welchem der Nerv in dieses Körperchen eintritt, müssen alle Kapseln durchbohrt sein und den Nerven durchlassen, oder sie müssen sich einstülpen und den Nerven mit eben so vielen Schichten, als sie der Zahl nach vorhanden sind, überziehen. Man hat solche Pacini'sche Körperchen beim Menschen bis jetzt blos an den Hautnerven in der Handfläche und Fusssohle bis zu den Nagelgliedern hin gefunden; sonst auch bei der Katze an Zweigen des Sympathicus. Sie sollen nach *Pacini* den animalen Magnetismus entwickeln, nach *Henle* und *Kölliker* dagegen den elektrischen Organen einiger Fische am nächsten stehen.

Burdach jun. sagt: Vergleicht man das Verhalten der Nerven in der Haut mit dem der Muskelnerven, so finden sich folgende unterscheidende Momente: 1) die Hautnerven theilen sich unmittelbar bei ihrem Eintritte in die Haut in mehrere Aeste, die Muskelnerven dagegen laufen erst eine Strecke weit in dem Muskel hin, bevor ihre Spaltung beginnt. — 2) Die Aeste des Hautnervenstammes laufen sogleich divergirend nach den verschiedenen Seiten hin aus, und auch ihre weitere Verzweigung folgt durchaus keiner bestimmten Richtung. In der Verbreitung der Muskelnerven ist dagegen eine allgemeine Richtung, welche der der Muskelfasern entspricht, vorherrschend, wenn auch einzelne Aeste quer oder schief über den Muskel hinweglaufen. — 3) Die Hautnerven bilden mit ihren verschiedentlich mit einander verwebten Aesten und Zweigen ein höchst mannichfaltiges, zum Theil regelmässige Figuren darstellendes, über die ganze Hautfläche gleichmässig verbreitetes Geflecht. Bei den Muskelnerven zeigt sich der Endplexus nicht über den ganzen Muskel gleichmässig verbreitet, sondern nur auf einen Theil desselben beschränkt, auch ist in diesem Geflechte (Netz oder Gitter von *Burdach* genannt) ebenfalls eine Längenrichtung vorherrschend, so dass dasselbe nur schiefwinklige Maschen darstellt. — 4) Die einzelnen Primitivfasern der Hautnerven gehen, durch das Hautnetz hindurch verfolgt, in einen andern Hautnerven ein und in diesem zu ihrem Centraltheile zurück; die Primitivfasern der Muskelnerven dagegen gehen, nachdem sie aus dem Plexus herausgetreten sind, mit einer Umbiegungsschlinge zu ihrem Stamme, Aste, ja auch wohl Zweige zurück. — Die Verbreitungsart der Nerven in den Hautmuskeln hält gerade die Mitte zwischen der in den Muskeln und der in der Haut. — Nach den von *Burdach* gemachten Wahrnehmungen über die Verbreitungsart der Nerven in der Haut, den Muskeln und der Zunge lässt sich nun jener von *Valentin* aufgestellte Hauptlehrsatz: dass die Nerven eigentlich gar kein peripherisches Ende haben, sondern an ihren peripherischen Organen ihr centrifugaler Theil ohne Abgränzung in den centripetalen übergeht — dadurch noch vervollständigen, dass wir annehmen:

a) der wesentliche Charakter aller reinen Sinnesnerven bestehe darin, dass sie an ihrem peripherischen Theile ein feinstes Geflecht bilden und sich in ihre feinsten Elementartheile auflösen;

b) der wesentliche Charakter der dem Gemeingefühle vorstehenden Nerven, sowohl der dem Gehirn- als Rückenmarkssysteme angehörenden, beruhe darauf, dass sie mannichfaltige, weit ausgedehnte Netze formiren, welche meistens aus Nervenbündeln, selten aus einzelnen Primitivfasern bestehen;

c) der wesentliche Charakter der die Muskelaction leitenden Nerven sei darin zu suchen, dass dieselben innerhalb des Muskels einen zum Theil aus starken Bündeln bestehenden Plexus und dann Endschlingen formiren, welche sehr selten aus ganz einzeln verlaufenden Primitivfasern gebildet werden.

Uebersicht der Theile des peripherisch-animalen Nervensystems oder der Cerebro-Spinalnerven. Diese Nerven zerfallen nach ihrem Ursprunge aus Gehirn oder Rückenmark in Gehirnnerven, *nervi cerebrales*, und Rückenmarksnerven, *nervi spinales*. — 1) **Rückenmarksnerven**, *nervi spinales;* sind 32 Paare, nämlich: 8 Halsnerven *(nn. cervicales)*, 12 Brustnerven *(nn. dorsales)*, 5 Lendennerven *(nn. lumbales)*, 5 Kreuzbeinnerven *(nn. sacrales)* und 2 Steissbeinnerven *(nn. coccygei)*. Alle Spinalnerven, mit Ausnahme des ersten und letzten, oder der beiden letzten, entspringen, mit deutlich einander entgegengesetzten Wurzeln, mit einer vordern und einer hintern Wurzel, aus der vordern und hintern Hälfte des Rückenmarks. In der hintern Wurzel, welche nahe an ihrem Ursprunge in einen Knoten *(ganglion spinale)* anschwillt, sind die Primitivfasern feiner, als in der vordern, und dienen blos der Empfindung, während die stärkern Markröhren der vordern Wurzel nur Bewegungsfasern sind. Beide Wurzeln vereinigen sich zu einem Stamme, welcher durch ein *foramen intervertebrale* oder *sacrale* aus dem Spinalkanale heraustritt. — 2) **Gehirnnerven**, *nervi cerebrales;* sind 12 Paare, nämlich: *nerv. olfactorius*, *opticus*, *oculomotorius*, *trochlearis*, *trigeminus*, *abducens*, *facialis*, *acusticus*, *glossopharyngeus*, *vagus*, *accessorius Willisii* und *hypoglossus*. Sie kommen, mit Ausnahme des *accessorius*, der am obern Theile des Rückenmarks entsteht, an der Basis des Gehirns zum Vorscheine und entspringen nicht, wie die Spinalnerven, mit so deutlich einander entgegengesetzten vordern und hintern Wurzeln. Nur der *trigeminus*, so wie der *vagus* mit dem *accessorius* zusammen, haben den deutlichen zweiwurzligen Charakter der Spinalnerven. Was die Functionen dieser Gehirnnerven betrifft, so ist man über einige noch in Ungewissheit; den neueren Untersuchungen nach ist der 1., *nerv. olfactorius*, nur für den Geruch bestimmt; der 2., *nerv. opticus*, dient blos dem Gesichtssinne; der 3., *nerv. oculomotorius*, 4., *trochlearis*, und 6., *abducens*, enthalten hauptsächlich Bewegungsfasern und nur wenig Empfindungsfasern; der 5., *nerv. trigeminus*, leitet in seiner grössern Portion nur Empfindungsnerven, in der kleinern blos Bewegungsfasern; der 7., *nerv. facialis*, ist ursprünglich rein motorisch, erhält aber während seines Verlaufs vom *trigeminus* und *vagus* Empfindungsfasern zugemischt; der 9., *nerv. glossopharyngeus*, vermittelt die specifischen Energieen der wahren Geschmacksempfindung, während der Zungenast des *trigeminus* der Tast- und Schmerzempfindung vorsteht; der 10., *nerv. vagus*, ist ursprünglich blos empfindend, erhält aber durch den 11., *nerv. accessorius*, einen reinen Bewegungsnerven, motorische Fasern; der 12., *nerv. hypoglossus*, ist Bewegungsnerv für die Zunge (s. später).

Müller theilt diese Nerven nach dem Gehalte an motorischen und sensoriellen Fasern in folgende: *a)* reine Empfindungsnerven: *nerv. olfactorius*, *opticus* und *acusticus*. — *b)* Reine Bewegungsnerven: *nerv. oculomotorius*, *trochlearis* und *abducens*. — *c)* Gemischte Nerven mit doppelten Wurzeln: *nerv. trigeminus*, *glossopharyngeus*, *vagus cum accessorio* (bei mehrern Säugethieren auch noch *nerv. hypoglossus*). — *d)* Gemischte Nerven mit einfacher Wurzel, welche an sich nur motorische Fasern besitzen und durch Verbindungen mit Empfindungsnerven auch sensitive erhalten: *nerv. facialis* und *hypoglossus*.

Magendie theilt die Cerebrospinalnerven: *a)* in Empfindungsnerven, als: die grosse Portion des *nerv. trigeminus*, *nerv. vagus* und *accessorius* und die hintern Wurzeln der Spinalnerven; — *b)* in Sinnesnerven: *nerv. opticus*, *olfactorius* und *acusticus*; — *c)* in Bewegungsnerven: *nerv. oculomotorius*, *patheticus*, *abducens*, *facialis*, *hypoglossus* und die vordern Wurzeln der Spinalnerven.

Mayo nimmt an: *a)* als Empfindungsnerven: *nerv. olfactorius*, *opticus*, *acusticus*, die grosse Portion des *trigeminus*, einige Bündel des *nerv. vagus*, *glossopharyngeus* und *accessorius* und die hintern Wurzeln der Spinalnerven; — *b)* als Bewegungsnerven: *nerv. oculomotorius*, *patheticus*, *abducens*, die kleine Portion des *trigeminus*, den *facialis*, Bündel des *nerv. vagus*, den *glossopharyngeus* und *accessorius*, und *nerv. hypoglossus*.

b. Centraltheile des animalen Nervensystems: Gehirn und Rückenmark.

Die Centralorgane des animalen Nervensystems *(centrum cerebrospinale)* sind: das in der Schädelhöhle verborgene Gehirn, und

das mit diesem im ununterbrochenen Zusammenhange stehende, im *canalis spinalis* verwahrte Rückenmark. Beide Centralorgane schweben (nach *Magendie* u. A.) in der Cerebrospinalflüssigkeit, welche sich unter der Arachnoidea, zwischen dieser und der *pia mater*, (im sogenannten Subarachnoidealraume) befindet, vor allem Stosse gesichert und bestehen aus grauer und weisser Neurine, sowie aus 2 völlig gleich gebildeten Seitenhälften, die hier und da durch tiefe Spalten getrennt, an manchen Stellen aber durch unpaarige, in der Mittellinie liegende Theile *(commissurae)* verbunden werden. Was die Lage der, aus Nervenröhren bestehenden Marksubstanz und der von Ganglienkugeln zusammengesetzten Rindensubstanz in diesen Gebilden betrifft, so befindet sich die erstere beim Gehirne im Centrum und die letztere an der Peripherie, während sich dies beim Rückenmarke gerade umgekehrt verhält. Ob in den Centralorganen andere Fasern, als solche, welche in die Nerven sich fortsetzen, vorkommen, ist schwer zu entscheiden. Im grossen Gehirn scheinen in den Hemisphären und Commissuren ausser Bewegungs- und Empfindungsfasern noch Fasern (s. vorher S. 531) vorzukommen, welche als Organe der höhern psychischen Thätigkeit, des Denkens, zu betrachten sind; *Valentin* konnte in der weissen Substanz aber weder Anfänge noch Enden von Nervenfasern entdecken. Auch hier liegen die Primitivfasern noch in Strängen beisammen und haben in diesen im Allgemeinen eine parallele Richtung; auch scheinen sie innerhalb der Stränge noch in feinere und feinste Bündel geordnet zu sein. Wie sich die Nervenröhren in den Centralorganen endigen, ist noch unermittelt; (s. vorher S. 532 bei den centralen Endigungen der Nerven). Die graue Substanz *(substantia spongiosa, Rolando's)*, welche theils an der Oberfläche, theils im Innern von Strängen und Knoten der weissen Substanz sich befindet, kommt in verschiedenen Nuançen der Färbung und mikroskopischen Zusammensetzung vor; erstere variirt vom Graugelblichen oder Röthlichen bis zum Dunkelgrauen und Schwarzen, je nachdem Ganglienkugeln mehr oder weniger mit Primitivröhren umsponnen sind; letztere zeigt Körnchen (Kernkörperchen), Bläschen (Zellenkerne) und ausgebildete Ganglienkugeln (Zellen) von verschiedener Gestalt (s. S. 525), also vielleicht Ganglienkugeln auf verschiedenen Entwickelungsstufen.

Allgemeine Merkmale dieser Centralorgane sind (nach *Burdach*): 1) die Nervensubstanz ist hier in grössern Massen angehäuft, unter der Form eigener Gebilde. — 2) Die Fasern der Nerven, welche hier ihr Ende (centrales) finden, verlieren ihre isolirenden Hüllen oder dieselbe wird sehr fein, auch weichen sie beim Eintritte in das Centralorgan aus einander, um in vielfachere Berührung zu treten (nach *Valentin* um centrale, die Ganglienkugeln umspinnende Endplexus und Umbiegungsschlingen zu bilden). — 3) Es tritt hier mehr die graue Substanz hervor, in welcher die Fasern endigen und mit zahlreichen Blutgefässchen umsponnen werden. — 4) In ihnen tritt eine ringförmige Gestaltung hervor. Diese Merkmale sind im Gehirne, als dem vollendetsten und allgemein herrschenden Centralpunkte am vollkommensten entwickelt; mehr untergeordnet ist schon das Rückenmark und am meisten sind es die Ganglien.

Die Function der Centralorgane ist nach *Muller* folgende: sie bewirken die vereinte Thätigkeit aller Nervenfunctionen, theils ausser der Herrschaft der Seele, theils unter derselben, denn *a)* sie vereinigen alle Nerven; auch der *nerv. sympathicus*

hängt an vielen Punkten durch Fasern mit den Centraltheilen zusammen; *b)* sie sind die Erreger für die motorischen Nerven. Diese motorische Thätigkeit zeigt sich in den Muskeln theils als beständige (wie in den Sphincteren), theils als abwechselnd rhythmische (beim Athmen), theils als willkührliche Contractionen. *c)* Sie erfahren die Wirkungen der sensoriellen Nerven und pflanzen sie entweder unbewusst reflectirend nur auf die Ursprünge der motorischen Nerven (im motorischen Apparate der Centralorgane, der vorzüglich seinen Sitz im Rückenmarke hat, sich aber auch im Gehirn verzweigt) fort, oder bringen sie zu dem *sensorium commune* der Centralorgane, wodurch sie bewusst werden. *d)* Die organischen Nervenwirkungen werden durch die Centralorgane in ungestörter Kraft erhalten, und *e)* das Nervenprincip wird in ihnen erzeugt und wiedererzeugt.

Rückenmark, *medulla spinalis.*

Das Rückenmark (s. Bd. I. S. 478) hängt in Gestalt eines Stranges, der aus 2 gleichen, vorn durch einen schmalen Markstreifen *(commissura alba)*, übrigens aber durch die graue Substanz mit einander verbundenen, platten und an 2 Stellen etwas dickern Seitenhälften besteht, im Spinalkanale bis gegen den 1. oder 2. Lendenwirbel herab. Hier hört sein unteres Ende mit einer stumpfen, in einen unpaarigen Faden (Rückenmarksfaden) auslaufenden Spitze (Rückenmarkszapfen) auf, während sein oberes Ende mittels der *medulla oblongata* (die Manche noch zum Rückenmarke, Andere schon zum Gehirn rechnen) mit dem Gehirne in ununterbrochener Verbindung steht. Das Rückenmark wird wie das Gehirn in einem von 3 Häuten *(dura mater, arachnoidea* und *pia mater)* gebildeten Sacke eingeschlossen, von der Cerebrospinalflüssigkeit umgeben und aus weisser und grauer Substanz zusammengesetzt; nur befindet sich hier die Marksubstanz an der Peripherie und die Rindensubstanz bildet das Centrum, welches bisweilen einen Kanal in seinem Mittelpunkte hat. Im Rückenmarke finden sich übrigens Nervenröhren verschiedener Art, nämlich solche, welche durch dasselbe nur hindurch und zum Gehirne gehen (d. s. cerebrale Fasern), und solche, welche im Rückenmarke selbst verbleiben (anfangen und endigen), d. s. spinale Fasern; auch treten Fasern des Sympathicus in dieses Centralorgan ein. Alle diese Fasern sind höchst wahrscheinlich theils centripetal, theils centrifugal leitende.

Textur des Rückenmarks. Graue sowie weisse Nervensubstanz setzt das Rückenmark zusammen; von der grauen hat *Rolando* (und *Remak)* 2 Arten gefunden, nämlich eine dunklere, die eigentliche Corticalsubstanz *(substantia cinerea spongiosa vascularis)*, und da, wo diese in die weisse übergeht, besonders an den hintern Hörnern des grauen Kerns, eine blässere, mit der gelben des Gehirns vergleichbare *(substantia gelatinosa)*; die erstere enthält nach *Remak* die grossen Ganglienkugeln und viele Fasern, letztere dagegen blosse Fasern und weit kleinere Körperchen, die den Blutkörperchen des Frosches ähnlich und vielleicht Ganglienkugeln auf einer niedrigen Entwickelungsstufe oder nach *Henle* Zellenkerne der *pia mater* oder *arachnoidea* sind. — Nach *Valentin* besteht das Rückenmark wie das Gehirn aus Primitivfasern und Ganglienkugeln (beide mit zartern Scheiden als in den Nerven, aber nicht so zarten als im Gehirn bekleidet), von denen die erstern aber hier nicht endigen, sondern sich alle an der Seite ihres Eintritts, ohne sich mit denen der entgegengesetzten Seitenhälfte zu vermischen (wie auch *Kronenberg* durch Versuche gezeigt hat) zum Gehirne fortsetzen. Andere glauben dagegen, dass ein Theil der Nerven (die excitomotorischen *Marshall Hall's* und *Grainger's*, die organischen *Remak's*, die organisch-motorischen *Henle's*, die vasomotorischen *Stilling's*) in der grauen Substanz ihre Enden finden. — In beiden Substanzen sind Fasern (unbekleidete, vari-

köse, nach *Ehrenberg*) sichtbar, die aber in der Marksubstanz weit deutlicher hervortreten, als in der Rindensubstanz, wo sie mehr Seitenverzweigungen und Durchkreuzungen bilden. Sie laufen nicht durchaus und in ihrer ganzen Länge parallel, sondern haben auch eine schräge Richtung; zugleich sind sie nicht gespannt, sondern in der Länge etwas zusammengefaltet. Zwischen sie hinein erstrecken sich balkenartige Fortsetzungen der *pia mater*, theils um die Fasern in ihrer Lage zu sichern, theils um die Blutgefässe in das Innere des Rückenmarks zu leiten. Nach *Volckmann* besitzt das Rückenmark unstreitig im Vergleich mit den Spinalnerven einen Ueberschuss von Fasern; er behauptet und beweist, dass ein Theil der in das Rückenmark eintretenden Nervenfasern hier endigt. Dafür spricht auch schon die Gestaltung des Rückenmarkes, denn es bildet dasselbe weder im Ganzen, noch mit seiner weissen Masse allein einen einfachen Kegel, was der Fall sein müsste, wenn die allmälig von unten bis oben aus den Nervenwurzeln eintretenden Fasern sämmtlich von ihrem Eintritte durch das ganze Rückenmark bis in das Gehirn verliefen. Auch reicht der ganze Umfang des Rückenmarkes an seinem Hirnende nicht aus, um sämmtliche Fasern der Rückenmarksnervenwurzeln in sich aufzunehmen; und bei den mit Gliedmaassen versehenen Thieren nimmt die weisse Masse des Rückenmarks, statt sich zu verdünnen, gerade an den Stellen an Umfang zu, an welchen grössere Nervenstränge von demselben abgehen. Für diese Ansicht *Volckmann's* sprechen ferner *Ed. Weber's* Beobachtungen. Dieser gibt nämlich an, die Fasern der vordern Rückenmarksnervenwurzeln deutlich quer durch das Rückenmark in büschelförmiger Ausbreitung bis auf etwa die Hälfte der Dicke der Seitenstränge verlaufen gesehen zu haben, wo ihnen die in gleicher Weise sich quer ausbreitenden Fasern der vordern Querverbindung entgegen kommen, vielleicht um sich mit ihnen zu verbinden. Diese beiden Arten Querfasern sah er von besondern Längsfasern durchflochten werden.

a. Die **graue Substanz** bildet den Kern der *medulla spinalis*, wird deshalb auch **Kernstrang** genannt, und hat auf einem Querdurchschnitte die Form eines *x* oder zweier mit ihrem convexen Theile gegen einander sehenden Hörner, welche in der Mitte durch einen Querstreif (*commissura cinerea*) verbunden sind. Ein jedes Horn liegt in einer Hälfte des Rückenmarks, sein vorderes Ende ist stumpf, dicker, vielzackiger und kürzer als das hintere, welches spitzig ausläuft und sich mehr der Oberfläche nähert; beide Enden reichen bis nahe an die Stelle, wo sich die Ursprünge der Rückenmarksnerven befinden, mit denen hier die graue Substanz in Verbindung zu stehen scheint. Doch hat die graue Substanz nicht an allen Stellen des Rückenmarks und bei allen Menschen auf dem Querdurchschnitte dieselbe Gestalt, bisweilen ist sie auch einem Kreuze, Hufeisen, Zungenbeine oder einem Vierecke ähnlich; so verschwinden im obersten Theile des Rückenmarks die vordern Hörner und die hintern werden sehr gross und reichen endlich bis zur Oberfläche an der Seite des verlängerten Markes. Noch höher oben theilt sich die graue Substanz in 2 getrennte, in jeder Seitenhälfte des verlängerten Marks liegende Abtheilungen, die oben am *calamus scriptorius* in die Oberfläche des 4. Ventrikels treten, dessen Boden überziehen und sich von hier zur grauen Masse im Innern des Gehirns fortsetzen. Im Verhältniss zur weissen Substanz ist die graue Rückenmarksneurine unten am stärksten, erreicht aber auch oben eine relativ bedeutende Ausdehnung und verstärkt sich an den Anschwellungen des Rückenmarks, vorzüglich den untern. Die Blutgefässe, welche an Fortsetzungen der *pia mater* zwischen den Bündeln der weissen Substanz quer hindurch zur grauen treten, bilden hier sehr dichte Capillarnetze.

Remak fand in der grauen Substanz des Rückenmarks ausser den Primitivröhren und Ganglienkugeln mit ihren Fortsätzen, blasse Fasern von eigenthümlichem Baue. Die *substantia gelatinosa* besteht, abgesehen von den Primitivröhren, die meist in querer Richtung von den hintern Nervenwurzeln herkommend durch die gelatinöse Substanz hindurch in die graue treten, aus lauter solchen blassen, dichtgedrängten und parallel in der Längsrichtung des Rückenmarks verlaufenden, mit zahlreichen Zellenkernen versehenen Fasern. — Die *corpuscula nucleata*, welche *R.* früher als der gelatinösen Sub-

stanz eigenthümlich beschrieb, liegen nicht frei, sondern gehören zum grössten Theile jenen blassen, in ihrem Durchmesser der Mehrzahl der Primitivröhren des Rückenmarks überlegenen Fasern an. Diese Fasern scheinen auch der grauen Substanz nicht zu fehlen, sondern nur gegen die übrigen Bestandtheile etwas zurückzutreten. Ob diese blassen Fasern irgendwo in die Primitivröhren oder in die Fortsätze der Ganglienkugeln übergehen, konnte R. nicht ergründen.

Nach *Arnold's* Untersuchungen ergibt sich im Allgemeinen, dass 1) der mittlere Theil der grauen Rückenmarkssubstanz oben, noch mehr aber unten in der *medulla spinalis* im Verhältniss zur Masse des ganzen Marks und zu den Hörnern stärker ist, als in den übrigen Gegenden, in diesen aber eine beträchtlichere Breite besitzt, so dass die Hörner hier mehr von einander entfernt sind; 2) dass die vordern Hörner breiter, massiger und dicker als die hintern sind, diese aber weiter gegen die Oberfläche sich erstrecken, so dass ein Zusammenhang der hintern Wurzeln der Spinalnerven mit der grauen Substanz unverkennbar ist; 3) dass da, wo das Rückenmark dicker ist, die graue Substanz weit umfangreicher ist, als in den übrigen Gegenden, und dass hier die weisse Substanz sich eher vermindert, als vermehrt zeigt. — Nach ihm zeigt die graue Substanz des Rückenmarks durchaus keine faserige Bildung, und die Wurzeln der Spinalnerven hängen mit beiden Substanzen der *medulla spinalis* zusammen.

b. **Die weisse Substanz** des Rückenmarks, welche die graue umgibt und dieselbe überwiegt, ist vorzüglich an den Seiten des Rückenmarks, an den concaven Flächen der von der grauen Substanz gebildeten Hörner, angehäuft, während sie vorn und hinten zwischen den Enden der Hörner nur eine dünne Lage bildet. Vorn hängen die beiden Hälften dieser Substanz durch ein dünnes Markblättchen (*commissura alba*), welches auf dem Boden der vordern Rückenmarksspalte sichtbar ist und zwischen dieser und der grauen Substanz liegt, zusammen, hinten werden sie (bis auf eine dünne Marklage) durch die hintere Rückenmarksspalte, welche bis auf die graue Substanz eindringt, getrennt. Nimmt man die Hörner der grauen Substanz als die Gränzen der einzelnen Bündel der Marksubstanz an, so wird diese in 6 Abtheilungen gebracht, in 2 vordere, welche zwischen der vordern Spalte und den vordern Enden der Hörner liegen und durch die *commissura alba* zusammenhängen; in 2 mittlere, an jeder Seite des Rückenmarks eine, und 2 hintere Abtheilungen oder Bündel, die sich zwischen der hintern Spalte und den hintern Enden der grauen Hörner befinden. Die Sonderung jeder Hälfte des Rückenmarks in diese 3 Bündel oder Hauptstränge ist am untern Ende desselben, wo selbst die beiden Hälften nicht genau von einander zu trennen sind, weniger deutlich, tritt aber am obern Ende, besonders in der *medulla oblongata*, deutlicher hervor. Stets muss jedoch die Trennung dieser Bündel künstlich geschehen und deshalb ist auch ihre Eintheilung veränderlich; Manche nehmen nur 2, Andere auch 5 Bündel an. Die hintern Stränge bleiben in ihrer ganzen Länge auf einer Seite, die vordern dagegen treten mit 3—5 Faserschnuren (Kreuzungsfasern, *fibrae decussantes*) unterhalb der *corpora pyramidalia* von einer Hälfte schräg herüber zur andern und zwar so, dass diese Schnuren beider Seiten wie die Finger bei gefalteten Händen durch einander gesteckt sind und sich kreuzen. Diese Kreuzungsstelle (s. bei *medulla oblongata*) ist ungefähr 4—5‴ lang und fängt 1″ oder 14‴ unterhalb der Brücke an; äusserlich zeigt sie sich durch das Geschlossensein der vordern Rückenmarksspalte, an deren Stelle nur eine flache Vertiefung zu bemerken ist.

Nach *Valentin* erscheint die weisse Rückenmarksubstanz lamellös; es zeigt sich jederseits eine Reihe von schmalen Blättern (Rückenmarkslamellen), die von unten nach oben verlaufen, mit ihren Seitenflächen an einander liegen und in der Richtung von aussen nach innen stehen. Diese Rückenmarksblätter sind mehr oder minder keilförmig und haben also eine äussere freie und 2 seitliche gegen einander gekehrte Flächen und eine innere, mit der grauen Substanz in Berührung befindliche Kante. Den Verlauf der Primitivfasern im Rückenmarke beschreibt *Valentin* so: alle in dasselbe eintretenden Primitivfasern verlaufen zuerst quer nach dem Centrum, umspinnen hier besonders die äussere Partie der Kugeln der grauen Substanz und setzen dann ihren longitudinellen Verlauf nach dem Gehirne hin fort. Die der Länge nach verlaufenden Fasern gehen an der äussern Peripherie in gerader Richtung vorwärts und bilden hier nur die mannichfaltigsten Plexus unter einander. Nach innen umfassen auch ihre Bündel die Kugeln. Ganz im Centrum befindet sich eine reine Kugelformation der Belegungsmasse (d. h. keine Primitivfasern). Nie sah *V.* im Rückenmarke Endumbiegungsschlingen (Enden) der einzelnen Primitivfasern, wie diese im Gehirn vorkommen. In den dickern Stellen des Rückenmarkes laufen die eintretenden Primitivfasern (der Extremitäten-Nerven) zuerst geschlängelt gegen das Centrum und nehmen so mehr Raum ein. — *Remak* fand ebenfalls, dass die Fasern der Spinalnerven sich zum Theil unmittelbar der weissen Substanz des Rückenmarks, und zwar meist in aufsteigender Richtung den Längenfasern

der Stränge, zumischen, während ein anderer Theil in querer, jedoch etwas aufsteigender Richtung sich durch die gelatinöse Substanz hindurch zur grauen begibt. Ihr weiterer Verlauf daselbst oder ihr etwaiger Uebergang in andere Elemente blieb *R.* unbekannt; dass die Ganglienkugeln der grauen Substanz von den Primitivröhren umsponnen werden, konnte er nicht beobachten. In den Strängen der weissen Substanz kommen, die Stellen abgerechnet, wo die Primitivröhren in querer Richtung hindurchtreten, keine Querfasern vor, wohl finden sich aber dergleichen sowohl in der weissen, wie grauen Commissur und überschreiten so die Mittellinie des Rückenmarks.

Nach den Untersuchungen des Rückenmarks von *Wallach* und *Stilling* enthält dasselbe an keiner Stelle Ganglienkugeln (diese treten erst in der *medulla oblongata* auf), sondern besteht nur aus Nervenröhren, die in der Marksubstanz longitudinale, in der grauen Substanz longitudinale und transversale, also sich unter rechtem Winkel kreuzende sind. Die Farbe der Rindensubstanz entsteht durch eine grauröthliche Färbung der hier befindlichen Primitivröhren, welche übrigens in ihrem Baue ganz den weissen Nervenröhren gleichen. Die gelatinöse Substanz an den hintern grauen Hörnern besteht aus grauen Nervenröhren, die einen longitudinalen Verlauf nehmen und zwischen den weissen, umhüllenden Röhren und den grauen eine Zwischenwand bilden. Aus ihrer longitudinalen Anordnung scheint die glänzende, gallertähnliche Färbung zu entstehen; sie zeigen den feinsten Durchmesser und eine sehr helle, ins Goldgelbe spielende Farbe. — Nach *Stilling* verlaufen die queren Fasern in Bündeln von geringerer oder grösserer Stärke, im Durchschnitt von $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{16}'''$ in der Dicke, und erscheinen viel dunkler als die Längsfasern der grauen Substanz. Sie gehen vom Centrum des grauen Kernes (s. unten 2. und 3., vordere und hintere graue Quercommissur) scheinbar strahlenförmig aus, sich mit den Längsfasern der grauen Substanz unter rechten Winkeln kreuzend, und dringen, indem sie die Längsfasern der Marksubstanz auf die mannichfaltigste Weise durchkreuzen, zwischen denselben hindurch bis zur Peripherie des Rückenmarks. Hier an der äussersten Oberfläche der weissen Substanz gehen sie wieder mit andern grauen Fasern die mannichfaltigsten Kreuzungen ein, und bilden also ein grosses Netzwerk von Verbindungsbogen oder Maschen und Schlingen mit Fasern der grauen Substanz aus andern Ebenen. Doch geschieht dies nicht blos an der Oberfläche, sondern auch schon an der Gränze zwischen grauer und weisser Substanz (besonders an den hintern Strängen). Aber niemals sah *St.* einen directen Uebergang einer Faser der grauen in eine der weissen Substanz. Beide Systeme von Faserungen haben demnach die mannichfaltigsten Berührungspunkte unter einander, ohne aber wirkliche Uebergänge zu bilden.

Betrachtet man einen Querdurchschnitt des Rückenmarks von innen nach aussen, so folgen nun die Faserschichten so auf einander: 1) der im Centrum befindliche *canalis medullae spinalis* ist zunächst von einem ($\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{8}'''$ breiten) Ringe von Circularfasern der feinsten Art, aus grauer Substanz bestehend, umgeben (Ringcommissur). Die äussersten Lagen dieser Ringfasern vermischen sich mit solchen, die nach vorn und hinten ausstrahlen. — 2) Auf diese Ringcommissur folgt eine querliegende ($\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}'''$ breite) Schicht sehr feiner Fasern, die wie ein Band ziemlich fest mit einander verbunden sind, und unmittelbar an der weissen Substanz der Hinterstränge anliegen (hintere quere Commissur). Ihre Fasern gehen nach beiden Seiten in die grauen Hinterstränge über; der grösste Theil derselben bleibt mit einander, wie ein Band, verbunden, bis sie die, in entgegengesetzter Richtung von unten nach oben verlaufenden Fasern der grauen Hinterstränge erreicht haben. So wie sie aber in die Faserungen der Hinterstränge eintreten, breiten sich ihre Fasern fächerförmig nach allen Richtungen aus. Sie lassen sich tief in die sie kreuzenden Fasern der grauen Hinter- und Vorderstränge hinein verfolgen, fast bis an die Gränze der weissen Substanz, der Seitenstränge u. s. w., wo sie dann die mannichfaltigsten Kreuzungen, Verbindungen u. s. w., wie die übrigen Fasern der grauen Substanz eingehen. — 3) Parallel mit der hintern grauen Commissur läuft vor dem *canalis medullae spinalis*, zwischen ihm und der vordern weissen Rückenmarksubstanz, die vordere quere Commissur, eine ($\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}'''$ breite und 1 — $1\frac{1}{2}'''$ lange) Faserlage, der hintern in Ansehen und Verlauf ganz gleich, aus eben so feinen Fasern der grauen Substanz bestehend und quer durch einen Theil der Dicke des Rückenmarks verlaufend. Es treten oft die beiden grauen Quercommissuren, durch welche also die grauen Stränge beider Seitenhälften in Verbindung gebracht sind, zu beiden Seiten des Kanales zusammen und bilden, bevor sie in die seitliche graue Substanz ausstrahlen, anscheinend ein Ganzes, um dann erst gemeinschaftlich nach allen Richtungen auszustrahlen. — 4) Die mit den queren Commissuren in entgegengesetzter Richtung verlaufenden queren Fasern der grauen Hinter- und Vorderstränge erscheinen in der grauen hintern Substanz wie parallel neben einander geschichtete Bündel, die an der Gränze der hintern weissen Substanz fächerartig auseinander strahlen, und theilweise in die vordere graue

Substanz eintreten oder bis zu ihr hinreichen, gleichsam aus ihr hervorkommen. In der vordern grauen Substanz sind aber die einzelnen Stränge nicht so gesondert, wie in der hintern grauen Substanz; hier bilden sie mehr ein verworrenes Netzwerk, in dem man nur einzelne gröbere Bündel sieht. — 5) Die Längsfasern der grauen Substanz, welche mit der Achse des Rückenmarkes und mit den longitudinalen Fasern der weissen Substanz parallel laufen, sind die bei weitem feinsten Fasern des ganzen Rückenmarks und durchkreuzen sich mit den Fasern der grauen Vorder- und Hinterstränge auf die mannichfaltigste Weise. Sie bilden vom untern bis zum obern Ende des Rückenmarks ein Continuum und sind Ursache der gelatinösen Substanz. — 6) Senkrecht stehende Fasern der weissen Substanz, von der *cauda equina* an bis zur *medulla oblongata*. Der Anfang dieser und der vorigen Fasern ist nicht mit Sicherheit anzugeben. — Es liesse sich also sagen: das Rückenmark besteht aus unzähligen, horizontal über einander geschichteten und mit einander verbundenen grauen Platten, durch deren peripherische Theile eine unzählige Menge vertical stehender Stäbe (Längenfasern der weissen Substanz), durch deren centrale Theile eine unzählige Masse feinerer Stäbe (longitudinale Fasern der grauen Substanz) hindurchgesteckt ist.

Das Verhalten der Spinalnervenfasern im Rückenmarke fand *Stilling* so: die Primitivfasern treten in mehrern Reihen durch die *pia mater* hindurch, zwischen die Fasern der weissen Substanz ein und bieten nun ein verschiedenes Verhalten dar: *a)* einige Fasern treten in gerader Richtung durch die weisse Substanz hindurch und lassen sich bis tief in die graue Substanz hinein deutlich verfolgen. — *b)* Andere Fasern treten, fast unmittelbar nach ihrem Eintritte, zwischen die Fasern der weissen Substanz zu den Fasern eines andern Faserbündels der benachbarten, ins Rückenmark eintretenden Nervenwurzel. — *c)* Andere bilden, bündelweise, Schlingen mit den Fasern der nächsten Nervenwurzeln. — *d)* Andere zeigen sich auf das Allerdeutlichste als die Fortsetzungen der fächerartig ausstrahlenden Faserbündel der hintern oder vordern grauen Substanz. — Deutlich zeigt sich, dass einzelne Primitivfasern der Nervenwurzeln direct durch die weisse Substanz in die graue eintreten, andere dagegen innerhalb der weissen Substanz mit den Fasern anderer Nervenwurzeln die verschiedenartigsten Verbindungen eingehen und sich mit den Fasern der weissen Rückenmarksubstanz auf die mannichfaltigste Weise kreuzen. Aus Allem geht also hervor, dass die Primitivfasern der Nervenwurzeln nichts anders sind, als die unmittelbaren Fortsätze der querlaufenden grauen Substanz des Rückenmarkes. [Daher auch die Anschwellungen des Rückenmarkes, weil hier eine grössere Anzahl Primitivfasern quer durch das Rückemark hindurch geht.]

[Die physiologische Bedeutung der angeführten Faserlagen des Rückenmarks s. später.]

Gehirn, *encephalon, cerebrum*.

Das Gehirn, ein kugliges Nervengebilde mit 4 Höhlen in seinem Innern, ist der vollendetste und überall herrschende Centralpunkt des Nervensystems und zerfällt in das grosse Gehirn *(cerebrum)*, kleine Gehirn *(cerebellum)* und Mittelgehirn *(mesencephalon)*; das letztere, aus der *medulla oblongata*, dem *pons Varolii* und den *corpora quadrigemina* bestehend, setzt Rückenmark und grosses und kleines Gehirn mit einander in Verbindung. Das Gehirn liegt in einer von 3 Häuten *(dura mater*, *arachnoidea* und *pia mater)* gebildeten Kapsel eingeschlossen und (nach *Magendie* u. A.) von der (im Subarachnoidealraume befindlichen) Cerebrospinalflüssigkeit umgeben, in der Schädelhöhle rings von knöchernen Wänden geschützt, und besteht aus den die graue und weisse Substanz zusammensetzenden Nervenröhren (s. S. 523) und Ganglienkugeln (s. S. 525). Letztere sind mit Pigmentanhäufungen von verschiedener Farbe (gelb, braun, schwarz und ihre Nuançen) besetzt. Die graue Substanz bildet theils an der Peripherie eine Rinde (deshalb *substantia corticalis* genannt), theils findet sie sich auch unter verschiedener Form an einigen Stellen im

Innern des Gehirns; den grössten Theil der Gehirnsubstanz macht aber die nur im Innern vorkommende weisse Neurine aus. — Nach *Remak* liegt an der äussersten Oberfläche des grossen Gehirns, noch über der Rindenschicht, eine dünne Schicht weisser Substanz (weisse Rindenschicht), welche mit den Commissuren zusammenhängt, an der Basis des Gehirns vorzüglich deutlich ist und mit Nervenröhren, die sich durch die graue Substanz hindurchsetzen, in Verbindung zu stehen scheint. — Nach Einigen sammeln sich im Gehirne nicht nur alle Fasern der Gehirnnerven, sondern auch die des Rückenmarks und der Spinalnerven, und ausserdem soll es noch eigenthümliche, der psychischen Thätigkeit dienende Fasern (s. S. 531) besitzen; nach Andern tritt aber nur ein Theil der Rückenmarksfasern (Empfindungs- und Willkührliche-Bewegungs-Fasern) ins Gehirn ein.

a. Die **weisse Gehirnsubstanz** besteht nur aus den früher beschriebenen Primitivröhren (s. S. 523), welche hier aber eine geringere Stärke (von $^1/_{1260}$ — $^1/_{720}$''' Dm. nach *Krause*), und äusserst zarte oder gar keine Scheiden besitzen, und leicht varikös werden. Ihre Anzahl soll nach Einigen grösser als die aller Nervenfasern zusammengenommen sein; ihr Verlauf und Ende (s. vorher S. 532 bei centraler Endigung der Nerven) ist noch nicht genau erforscht. Meist sind sie zu länglichen Strängen und breiten Blättern vereinigt, zwichen denen hier und da Schichten gebogener Fasern als kuglige Anschwellungen stärker hervortreten, und steigen, allmälig feiner werdend, jedenfalls nicht auf directem Wege, sondern auf grossen Umwegen, von der Basis zur Oberfläche in die Höhe.

Valentin beobachtete: in der rein weissen Substanz der Centraltheile, in der keinerlei Kugeln oder Kügelchen zu sehen sind, verlaufen die Primitivfasern entweder nur gerade neben einander oder auf die verschiedenste Weise zu Plexusbildungen mit einander verbunden. Die Zwischenräume der letztern sind hier immer durch andere angränzende oder in durchsetzender Richtung verlaufende Fasern, nicht aber mit heterogenen Bestandtheilen anderer Systeme ausgefüllt. Alle Primitivfasern sammeln sich an sehr vielen Stellen zu Stämmen, welche eine relativ sehr grosse Zahl derselben umfassen, nichts desto weniger aber eine allgemeine einfache Scheide entweder gar nicht besitzen oder in so geringem Grade und so geringer Stärke, wie sie nur jeder einzelnen Primititivfaser selbst zukommt.

Nach *Remak* verlaufen die aus der weissen Centralsubstanz kommenden und in die graue Rinde eindringenden Primitivröhren in schnurgerader, in Bezug auf die Oberfläche der Windungen perpendiculärer Richtung durch die verschiedenen Schichten der grauen Substanz hindurch. Je mehr sie sich der Oberfläche der Windungen nähern, um so dünner werden sie in ihrem Durchmesser und um so mehr weichen sie aus einander, indem die Elemente der grauen Substanz sich zwischen sie einlagern. Zuweilen schien es *R.*, als wenn manche dieser Röhren feiner geworden, alle Schichten der Rinde in gerader Richtung durchsetzten und unter einem gebogenen Winkel in die Primitivröhren der die äussere Oberfläche der Rindensubstanz überziehenden weissen Rindenschicht übergingen. Die weissen Primitivröhren entschwinden dem Auge successive in irgend einer der Rindenschichten, und die letzten endlich in der äussersten grauen Rindenschicht, ohne dass man aber entdecken kann, ob sie in die Elemente der grauen Substanz (in die Ganglienkugeln oder ihre Fortsätze) übergehen. So viel ist gewiss, dass die Primitivröhren in der grauen Rinde weder Verästelungen, noch bogenförmige Schlingen bilden. — Die aus der weissen Centralsubstanz nach der Oberfläche der Windungen hin ausstrahlenden Primitivröhren (ausstrahlende Fasern) werden auf ihrem Wege durch die Schichten der Substanz von Primitivröhren durchkreuzt (Kreuzungsfasern), welche in einer der Oberfläche der Windungen parallelen Richtung durch die graue Substanz verlaufen und hier weisse Zwischenschichten bilden.

b. Die **graue Hirnmasse** bildet α) theils als gleichförmige Schicht eine etwa 1 — $1^1/_2$''' dicke Rinde an der Peripherie des Gehirns (um die Endigungen der Hirnfasern), die aber nicht scharf die weisse Substanz begränzt, sondern allmälig blässer und gelblich werdend (hier von *Gennari* und *Sömmerring substantia subalbida*, von *Rolando* und *Remak gelatinosa* genannt), in diese übergeht; — β) theils liegt sie in longitudinalen Strängen, welche Fortsetzungen von denen des Rückenmarks sind, beisammen; — γ) theils bildet sie an einzelnen Punkten mehr oder weniger kuglige Anschwellungen, welche *ganglia encephali*, Hirnganglien, heissen, weil sie den Nervenknoten ähnlich oder für die Hirnfasern das sind,

was jene für die Nerven sind; durch sie streichen Hirnfasern entweder hindurch oder sie endigen sich in ihnen. Diese Hirnganglien treten theils als gangliöse Hügel *(colliculi gangliosi)* an Flächen frei hervor, theils sind sind sie als gangliöse Kerne *(nuclei gangliosi)* in die Hirnmasse hier und da eingestreut. In diesen Anschwellungen sieht die graue Substanz, in der sich die Haargefässe nach allen Richtungen hin verästeln und netzartige Anastomosen bilden, weniger röthlichgrau, als vielmehr schwarzgrau, ja fast schwarz aus (wie in den Hirnschenkeln). — Die Ganglienkugeln, welche in der Rindensubstanz vorkommen, und, wie schon S. 535 gesagt wurde, hinsichtlich ihrer Färbung und Gestaltung bedeutende Varietäten zeigen, sind an vielen Stellen der Centralorgane mit kürzern oder längern Fortsätzen versehen, welche sich wieder ein- oder mehrfach spalten. Was aus diesen Fortsätzen wird, ist noch nicht ausgemacht.

Nach *Valentin* besteht die graue Hirnmasse aus Ganglienkugeln (s. S. 525), deren zellgewebige Scheiden nur weit zarter als in den Nerven und Ganglien sind. Diese Kugeln liegen entweder, wie in der Rinde, ohne zwischenliegende Primitivfasern nur durch Zellgewebe und Blutgefässe getrennt neben einander (reine Kugelformation der Belegungsmasse), oder sie werden von den plexusartigen Faserbündeln (durchgehende Primitivfasern) umfasst und von den einzelnen umspinnenden Primitivfasern umgeben (centrale interstitielle Belegungsformation). — Die gelbe und die schwarze Substanz sind nach *V.* keine eigenthümlichen Substanzen, sondern werden durch reguläre Einlagerung anderer Theile, die erstere von zahlreichen, aber feiner vertheilten Primitivröhren, die letztere von Pigmentzellen hervorgerufen. Die *substantia gelatinosa* besteht ebenfalls aus Ganglienkugeln; diese scheinen aber, besonders wo jene Masse rein ist und vorzüglich als Beleg oder Anflug sich darstellt, durch ihren hellern Inhalt und bisweilen auch durch ihre bedeutende Grösse ausgezeichnet zu sein. Die rostfarbene Substanz *(s. ferruginea)* scheint vorzüglich von der Beschaffenheit der Kernbildung herzurühren.

Nach *Ehrenberg* besteht die Corticalsubstanz des Gehirns aus einem dichten Gefässnetze, in dessen Maschen eine sehr feinkörnige Masse mit hier und da eingelagerten grössern Körnen enthalten ist. Diese letztern sind frei, die kleinern dagegen scheinen durch zarte Fäden reihenweise verbunden. In der Nähe der Medullarsubstanz tritt die faserige Natur immer deutlicher hervor und diese Fasern sind dann die varikösen.

Remak will auch an den Ganglienkugeln in der grauen Masse des Gehirns und Rückenmarks gesehen haben, dass Fasern von ihnen abtreten, welche den von ihm beschriebenen organischen (s. S. 524) ähnlich sein und durchaus nicht zur Verbindung der einzelnen Kugeln dienen sollen. Vielleicht steht so der sympathische Nerv mit Gehirn und Rückenmark in directer Verbindung? Nach *R.* hat die graue Rindensubstanz bei dem Erwachsenen einen geschichteten Bau; von aussen folgt zunächst auf die weisse Rindenschicht eine unverhältnissmässig dicke Lage grauer oder grauröthlicher Substanz, darauf eine weissliche Zwischenschicht, auf diese eine dünne Schicht grauer Substanz (gelatinöse), sodann eine weisse Centralsubstanz. Sonach wäre die graue Rinde aus 4 Schichten, und zwar aus 2 weissen und 2 grauen zusammengesetzt, welche mit einander abwechseln. An manchen Windungen (besonders in der Nähe des *corpus callosum*) lässt sich auch innerhalb der obersten grauen Schicht noch eine weisse Zwischenschicht bemerken, und dann sind hier 6 Lagen. Was die Elemente der grauen Substanz betrifft, so unterscheidet *R.* ausser den Ganglienkugeln mit ihren Kernen (Gehirnzellen, *globuli nucleati*) noch kleinere Körperchen *(corpuscula nucleata)* in der gelatinösen Substanz, welche nicht freien Kernen, sondern Zellen entsprechen, deren Zellenmembran entweder zerstört ist oder dem Kerne fest anliegt. Aus derartigen freien Kernen, welche junge oder unentwickelte Ganglienkugeln darstellen, besteht die ganze Hirnsubstanz im embryonalen Zustande. Sie gehen also theils unmittelbar in die Primitivröhren über, theils entwickeln sich aus ihnen Ganglienkugeln. — Das kleine Gehirn ist an seiner Oberfläche von keiner weissen Rindenschicht bekleidet, sondern von einer dünnen Schicht grauer Substanz, welche nicht aus Ganglienkugeln, sondern aus gitterförmig sich kreuzenden grauen Fasern zu bestehen scheint. Unter dieser zarten Schicht liegen dann grosse, wasserhelle (violette), mit einer oder mehrern Innenkugeln versehene Kugeln, welche von den Ganglienkugeln und Körperchen durchaus verschieden sind.

Purkinje fand die Ganglienkugeln im Gehirn: in der schwarzen Substanz der Grosshirnschenkel (mit vielfachen Fortsätzen und dunkelbraunem Pigment) und des 4. Ventrikels (rundlich, selten mit Fortsätzen, mit hellem Pigmente oder rothbraun), in den Sehhügeln und *corpora geniculata* (weich, rundlich, hellbraun und gross), im Ammonshorn (klein, tetraedrisch, mit Fortsätzen und schwarzem Pigmente), im hintern Lappen des grossen Gehirns innerhalb der Marksubstanz (länglich, feigenförmig, mit Fortsätzen an den dünnen Enden), in den Blättern des kleinen Gehirns, allenthalben die gelbe Substanz umgebend, in der Schale der Oliven, dem *pons Varolii* (rundlich, mit grauem Pigmente und zerstreut liegend). In der gelblichen Hirnmasse entdeckte er geschwänzte Kugeln, deren Schwänze gegen die Oberfläche gerichtet waren. — *Valentin* sah, dass, je mehr die grauröthliche Substanz von den Primitivfasern durchsetzt wird, um so heller auch ihre Färbung wird; gelb scheint sie aber dadurch zu werden, dass hier die einzelnen Endumbiegungsschlingen der Primitivfasern in den verschiedensten kleinsten Höhen dieselbe durchsetzen. In der gelben Substanz des kleinen Gehirns des Pferdes fand er, dass alle diese geschwänzten Körper so gestellt waren, dass die auf einander folgenden Reihen abwechselten und die abgerundeten Enden der einen Reihe mitten zwischen den beiden schwanzförmigen Verlängerungen zweier unmittelbar bei einander liegender Körper der unmittelbar vorhergehenden, gegen die weisse Substanz gerichteten Reihe lagen.

II. Vegetatives, organisches, unwillkührliches Nervensystem.

Das organische oder sympathische, Ganglien- oder Rumpfnervensystem, *systema vitae automaticae s. vegetativae*, wird seit *Bichat* als ein eigenes, im ganzen Körper vertheiltes und dem Cerebro-Spinalsysteme entgegengesetztes Nervensystem angesehen, welches auch blos *nervus sympathicus* genannt wird und alle der Vegetation dienende und der Willkühr nicht unterworfene Organe mit Zweigen versieht. Dieses Nervensystem, welches der Bildung unmittelbar angehört und weit weniger Antheil an Empfindung und Bewegung als das animale Nervensystem hat, ist auf gewisse Weise für sich selbstständig, wird aber durch Fasern, welche es vom Gehirne und Rückenmarke erhält, diesen untergeordnet und äussert deshalb einige Empfindung und motorischen, aber unwillkührlichen, Einfluss auf die von ihm mit Zweigen versehenen Theile. Es wird dieses Nervensystem vorzüglich aus der weichen, hauptsächlich aus Ganglienkugeln bestehenden grauen Neurine gebildet; seine Anordnung ist ganz unsymmetrisch und die Verbreitung seiner Nerven geht nicht von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte aus und geschieht nicht baumförmig, sondern netzartig mit vielen eingestreuten Knoten *(ganglia)*.

Remak, welcher in diesem vegetativen Nervensysteme die organischen Fasern (s. S. 524), welche man früher nur vermuthete, nachgewiesen hat, hält dasselbe für einen für sich bestehenden und durch den Bau seiner Elemente ausgezeichneten Theil des Nervensystems, als dessen Centra die Ganglien zu betrachten sind und dessen organische, mit den Ganglienkugeln zusammenhängende Fasern theils in der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks, theils in den Ganglien wurzeln. Dagegen findet *Valentin* in ihm nur Primitivfasern (animale) und Ganglienkugeln (s. S. 525); die ersteren nehmen entweder die Kugeln in die Zwischenräume ihrer Plexus auf (durchgehende Primitivfasern) oder sie umspinnen diese gleichsam (umspinnende oder organische Primitivfasern). — *Valentin* erklärt den Sympathicus seinen wesentlichen Nervenprimitivfasern nach für einen Rückenmarksnerven, da er nur sehr wenige Primitifvasern, die aus dem Gehirne kommen, eine Strecke weit führt. Es unterscheidet sich derselbe aber von den übrigen Rückenmarksnerven sehr bestimmt dadurch, dass er nicht an einer einzelnen Stelle des Rückenmarks, sondern längs des ganzen Verlaufs desselben seine Wurzeln schöpft. Von jedem Rückenmarksnerven nämlich gehen, und zwar von beiden Wurzeln desselben, Wurzelstränge ab, die dann in einen entsprechenden Knoten des Sympathicus eintreten, hier theils gerade durchgehen, theils sich mit den vorhandenen Primitivfasern verflechten, meist in dem Verbindungsstrange zum folgenden Knoten fortlaufen, in diesem als umspinnende Primitivfasern erscheinen und theils in den Zweigen an die Organe hervortreten, theils sich durch den Verbindungsstrang zu dem folgenden Knoten fortsetzen, um erst tiefer in den Seitenzweig auszutreten. So hat im Allgemeinen jeder aus dem sympathischen Nerven herkommende Zweig seine höhere Wurzelquelle im Gehirn oder Rückenmarke (d. i. die *lex progressus*, Gesetz des Fortschrittes). — *Henle*, welcher die grauen Fasern des Sympathicus, obschon er sie als Fasern (gelatinöse, aber noch mit zweifelhafter Function) anerkennt, doch nicht als zur peripherischen Verbreitung bestimmte Nervenfasern hält (weil man sie nirgends aus den Nervenbündeln in die Gewebe übergehen sieht),

erklärt den *nerv. sympathicus* für einen vom Centrum (Gehirn und Rückenmark) zur Peripherie ausstrahlenden Nerven, dessen empfindende Fasern, gleich den animalischen im Gehirn enden, dessen organisch-motorische Fasern aber sich nur bis zum Rückenmarke erstrecken, während die animalisch-motorischen ebenfalls bis zum Gehirn reichen. Dieser Nerv ist stellenweise mit leitender grauer Substanz umgeben, durch welche eine Mittheilung zwischen den Fasern möglich wird und auch Reflexbewegungen, weil die Herrschaft des Willens sich nicht auf die organisch-motorischen Fasern erstrecken kann, beständig stattfinden. — *Stilling* erklärt den *nerv. sympathicus* (von ihm *vasomotorius* genannt) für eine Nervenbahn für sensitive, vasomotorische und musculomotorische Nerven. — *Volckmann* zieht folgende Schlüsse aus seinen Untersuchungen des sympathischen Nerven: 1) der *nerv. sympathicus* besteht aus eigenthümlichen, sympathischen, und aus vom Rückenmarke abstammenden Medullarfasern; die erstern entspringen wahrscheinlich von den Centralorganen und vermitteln den Einfluss, welchen Hirn und Rückenmark auf die vegetativen Organe ausüben. 2) Der Sympathicus verstärkt die peripherischen Enden fast sämmtlicher Nerven. 3) Wahrscheinlich verbreiten sich die Medullarfasern der Verbindungsäste divergirend nach beiden Seiten des Ganglienstranges und wenden sich sowohl nach dessen Kopf-, als Beckentheile, und so würde der Sympathicus aller Orten Fasern vom verschiedensten Ursprunge haben. 4) Vorzüglich scheint der obere Theil des Rückenmarks zur Bildung des Sympathicus beizutragen und unstreitig ist auch der obere Theil des letztern vorzugsweise mit Medullarfasern vermischt, da er zu Herz, Lungen und Magen tritt. — Nach *Volckmann* und *Bidder* ist der Sympathicus ein selbstständiges System von Nerven, welches hauptsächlich in den Ganglien entspringt und zu allen Hirn- und Rückenmarksnerven tritt. Die sympathischen Fasern unterscheiden sich aber von den Cerebro-Spinalfasern dadurch, dass sie blässer und, in Bündelchen beisammenliegend, gelbgrau sind, gewöhnlich keine doppelten Contouren zeigen, ungleich weniger (wenn sie eine Zeit lang gelegen) einen krümlichen Inhalt bilden und beträchtlich dünner (halb so dick wie die animalen Fasern) sind. Was *Remak* als sympathische Fasern beschreibt, sind Fäden eines auf einer niedern Entwickelungsstufe stehen gebliebenen Zellgewebes, die sich fast nur bei Warmblütigen und nicht im Innern der sympathischen Zweige, sondern in deren Umhüllung finden. Die Wurzeln, mit welchen der Sympathicus aus den Spinalnerven nach der herrschenden Ansicht entspringt, nennen *V.* und *B.* Verbindungsstränge; von diesen treten sympathische Fasern und Spinalnerven nicht blos zu dem Centrum, sondern zum Theil auch nach der Peripherie. Die Summe der peripherisch verlaufenden Bündel dieser Verbindungsstränge ist aber stets weit grösser, als die Summe der central verlaufenden, und der Sympathicus gibt also mehr Fasern ab, als er empfängt. Ausserdem finden sich auch nur sehr wenig von den oben beschriebenen sympathischen Fasern in den Wurzeln der Spinalnerven. Die Hauptquellen, wo die sympathischen Fasern entstehen, sind die Ganglien, sowohl die der Spinalnerven, als die des Sympathicus. Im Rückenmarke entspringen nur äusserst wenige, mit Ausnahme der Säugethiere. Die Spinalganglien erzeugen vorzugsweise die sympathischen Fasern, welche für die hintern Aeste der Spinalnerven (wo die Zahl der organischen und animalen Fasern so ziemlich gleich ist) bestimmt sind, während die vordern Aeste Fasern aus den Ganglien des Sympathicus erhalten; denn die Zahl der sympathischen Fasern in den vordern Enden ist proportional der Summe von Fasern, welche aus dem sympathischen Verbindungsaste in die Aeste eintreten. Die sympathischen Fasern, welche aus einem Verbindungsaste in einen Spinalnerven eintreten, liegen anfangs in starken Bündeln beisammen; weiter nach der Peripherie hin lösen sich diese Bündel in feinere auf und diese zuletzt in Fasern, womit nun eine vollständige Vermischung eintritt. Spaltet sich endlich der Spinalnerv in Muskel- und Hautäste, so treten sehr wenige sympathische Fasern in erstere (wie 1 : 1) und überwiegend viele in letztere (wie 7 : 1). Die von *Valentin* aufgestellte

lex progressus finden *V.* und *B.* für unhaltbar, da Fasern, welche aus dem Verbindungsaste in den Stamm des Sympathicus eintreten, immer nach beiden Seiten, ein Theil nach unten, ein Theil nach oben, laufen; ja oft ist die letztere Partie stärker, als die erstere. (Das Weitere s. später in der Nervenphysiologie.) Auch in diesem Systeme hat man einen Central- und einen peripherischen Theil angenommen; ersterer ist der Gränzstrang, letzterer der Geflechttheil.

a. **Knotentheil, Gränzstrang, Ganglienkette**, *pars gangliosa nervi sympathici.* Dieser Strang, an welchem 24—25, durch grössere oder kleinere Zwischenräume von einander getrennte Ganglien angereiht sind, ist doppelt, indem an jeder Seite der vordern Fläche der Wirbelsäule, vom Kopfe bis zum Steissbeine, einer liegt. Beide Stränge fliessen an der vordern Fläche des Steissbeins im *ganglion coccygeum* zusammen und zerfallen in einen Kopf-, Hals-, Brust-, Lenden- und Sacraltheil. Aus den angereihten Knoten, welche durch Verbindungsfäden mit den benachbarten Spinalnerven zusammenhängen, strahlen viele Nerven aus. Nach *Müller* laufen die Fasern der genannten Verbindungsfäden, welche von den Spinalnerven kommen, erst eine Strecke im Gränzstrange fort und gehen dann erst von ihm ab. Es sind demnach die Aeste des Gränzstranges Nachbarn von animalischen Nerven, welche höher oben am Stamme sich verbreiten.

b. **Geflechttheil**, *pars plexuosa* (als dessen Mittelpunkt der *plexus coeliacus* angenommen werden könnte), welcher aus sehr vielen geflechtartig unter einander und mit Cerebrospinalnerven verbundenen Nerven besteht, welche mit Ganglien *(plexus gangliosi)* versehen sind. Diese Nerven sind entweder solche, welche 1) mit Nerven des animalen Nervensystems Verbindungen eingehen; oder 2) den Zusammenhang zwischen den einzelnen Ganglien des sympathischen Nerven vermitteln; oder 3) zu den unwillkührlichen Muskeln treten und 4) die Gefässe umstrickend zu den Organen des vegetativen Lebens gelangen. Die geflechtartige Verbreitung dieser Nerven hat den Nutzen, dass, wenn selbst mehrere zu einem Organe tretende Zweige ausser Thätigkeit gesetzt würden, doch noch genug vorhanden wären, das Leben und die Function dieses Theiles zu erhalten. Diese Einrichtung ist aber deshalb zweckmässig, weil von dem Bestehen der zur Ernährung gehörenden Organe auch das Bestehen des Lebens abhängt.

Nervenknoten, Ganglien, *ganglia nervorum*.

Ganglien sind grau-röthliche, plattrundliche, knotenähnliche, mit Hülfe des Mikroskops oder mit blossen Augen sichtbare Anschwellungen, die aus Nervenfäserchen und hauptsächlich aus grauer Neurine bestehen und sowohl an einzelnen *(ganglia simplicia* nach *Scarpa)*, wie zwischen mehrern Nerven *(ganglia composita)* vorkommen. Sie finden sich an den Cerebro-Spinalnerven, aber weit häufiger an dem sympathischen Nerven. Die in sie eindringenden Nerven sollen hier ihre Scheiden an die gemeinschaftliche zellige Hülle des Knoten abgeben und ein dichtes, netzartiges Geflecht bilden, in dessen Maschen eine grauröthliche, pulpöse Masse, aus Zellgewebe, vielen feinen Blutgefässen und Ganglienkugeln bestehend, eingelagert ist. Nach *Valentin's* Beobachtungen sind sie aus vielen Ganglienkugeln (mit ihren Scheiden und Scheidenfortsätzen) und durchsetzenden und umspinnenden Primitivfasern zusammengesetzt; nach *Remak* und *Volckmann* entspringen aus ihnen die organischen Fasern. Je nachdem aber die Ganglien dem cerebro-spinalen oder sympathischen Nervensysteme, dem centralen oder peripherischen Theile desselben angehören, verhalten

sie sich vielleicht verschieden; danach könnten sie nämlich entweder hauptsächlich aus durchsetzenden Fasern bestehen, oder es nehmen vorzugsweise aus ihnen Primitivfasern ihren Ursprung. Bei den Zellen der Ganglien (vorzugsweise der Cerebrospinal- und Visceralganglien) beobachtete *Wagner* (u. *Robin*), dass an jede derselben vom Centraltheile aus eine Primitivfaser tritt, und dass ebenso am entgegengesetzten Pole der Zelle eine Fibrille nach der Peripherie abgeht, so dass also nie mehr und nie weniger als 2 Fasern von jeder Ganglienkugel entspringen. Beim Eintritt in die Ganglienzelle hört das ölähnliche Mark der Fibrille auf, es erscheint eine Füllung mit feinkörniger Masse, welche das Mark beider Fibrillen trennt; die Scheiden aber gehen in einander über. Grosse Ganglienzellen stehen im Allgemeinen mit dicken Fasern, kleine mit dünnen Fasern in Verbindung, jedoch kommen auch Uebergänge vor. Es spricht nun Vieles dafür, dass alle sensibeln Fasern sich mit Ganglienzellen combiniren, während die motorischen Fasern dieser Combination gänzlich ermangeln. — *Hyrtl* fand an den Empfindungsnerven Ganglien, welche dadurch entstehen, dass in Zwischenräumen der mehr aufgelockerten Nervenfäden Ganglienkugeln grösserer Art eingeschaltet sind. Da zu ihrer Bildung nur einige Nervenfasern beitragen, so sitzen sie mehr seitlich an den Nerven und wurden von *Hyrtl* halbseitige Ganglien genannt.

Ueber den Nutzen der Ganglien existiren, wie über deren Bau, sehr verschiedene Ansichten. In ihnen sollen *a)* neue Nervenfasern entspringen; *b)* die einfachen Primitivfasern sich in mehrere zertheilen; *c)* verschiedene Fasern durch Zusammenfliessen des Markes sich vereinigen; *d)* nur weit zahlreichere Vereinigungen verschiedener Nerven zu Stande kommen, als in den Geflechten. — Man vermuthet ferner: *e)* dass in den Ganglien eine Uebertragung von Eindrücken von einem Nerven auf die mit ihm zusammenhängenden Nerven geschähe; *f)* dass durch sie der Einfluss des Gehirns auf die Theile beschränkt würde, welche von den Ganglien Nerven erhielten; *g)* dass die Fortpflanzung der Eindrücke von diesen Theilen auf das Gehirn gehemmt und diese dadurch geschwächt würden. — *h)* Nach *Remak* sind sie als die wahren Ursprünge der organischen Nerven und überhaupt als Centra des vegetativen Nervensystems anzusehen. (Das Ausführlichere hierüber s. später in der Nervenphysiologie.)

Bau der Ganglien. Nach *Ehrenberg* bestehen die Ganglien aus einer Anhäufung von stärkern cylindrischen Nervenröhren und von knotigen Hirnröhren, die in ein zartes Blutgefässnetz eingeschlossen sind, in dessen Maschen grössere Körnchen liegen. Die Nervenröhren werden hier nicht verändert, sondern nur durch Beimischung von knotigen Röhren in ihr Bündel verstärkt. In den Spinalganglien finden sich nur cylindrische Fasern und sehr grosse, fast kugelförmige, etwa $\frac{1}{48}'''$ dicke, unregelmässige Körper. — Nach *Henle* liegen in den Ganglien die Ganglienkugeln in dichten Haufen beisammen, die regelmässigern und rundlichen an der Oberfläche, die polyedrischen in der Tiefe der Knoten. Ein festes Zellgewebe, Fortsetzung des Neurilems, umschliesst alle und bildet Septa, wodurch die Kugeln in einzelne Massen zusammengefasst werden, die den Läppchen der Drüsen gleichen. Das Ganglion erhält so schon äusserlich ein mehr oder minder maulbeerartiges Ansehen. Zwischen den Kugeln oder Läppchen gehen die Nervenbündel zum Theil unverändert und gestreckt hindurch, zum Theil lösen sie sich in ihre Primitivfasern auf und winden sich in mannichfachen Bogen und Schlingen um die einzelnen Kugeln und Kugelhaufen. Aber auch die gestreckten Nervenbündel treten aus einander und bilden Plexus, in deren Maschen Ganglienkugeln aufgenommen werden. In der Regel falten sich die Nervenfasern in der Achse des Knotens am meisten zusammen und vereinzeln und schlängeln sich mehr an der Oberfläche desselben; dann ist ein centrales Nervenbündel von Ganglienkugeln allseitig umgeben. In andern Fällen häufen sich die Kugeln mehr an einer Seite an, bilden einen den Nerven aufsitzenden Hügel, oder die Nervenfasern begeben sich grösstentheils an die Oberfläche und der Kern des Knotens besteht hauptsächlich aus Ganglienkugeln. Es ist wahrscheinlich, dass beim Sympathicus in der Achse der Ganglien diejenigen Nervenfasern liegen, welche das Ganglion nur durchsetzen, um im Gränzstrange noch weiter abwärts zu laufen, dass dagegen die äussern umspinnenden eines jeden Ganglion zum Austreten bestimmt sind. —

In die Ganglien des Sympathicus treten mit den eigentlichen Nervenfasern der grauen Nerven auch die gelatinösen (organischen) Fasern ein; sie stehen mit den Ganglienkugeln in besonderer Beziehung. Die Fasern eines Bündels breiten sich nämlich trichterförmig aus, um eine Ganglienkugel oder eine Reihe derselben aufzunehmen, treten danach wieder zusammen, um sich alsbald aufs Neue zu entfalten; so lassen sich oft ganze Stränge gelatinöser Fasern aus einem Ganglion hervorziehen, welche perlschnurartig angeschwollen sind und in den Anschwellungen Kugeln enthalten. An der Oberfläche der Kugeln bedecken sie zunächst den äussern Ueberzug derselben oder gehen auch in denselben über, so dass einzelne gelatinöse Fasern als unmittelbare Fortsetzungen der Ganglienkugeln erscheinen. Häufiger als in den grauen Nerven zerfallen die gelatinösen Fasern in den Ganglien in feinere Fäden und gehen mitunter ganz unmerklich in das Zellgewebe über, welches die stärkeren Faserbündel und die grössern Kugelhaufen scheidet und den Gefässen der Nervenknoten zum Träger dient. — Nach *Remak* gehen in den Ganglien die weissen Nervenfasern zwischen den Ganglienkugeln, ohne in näheres Verhältniss zu denselben zu treten, hindurch. In der Mitte des Knotens bilden sie Bündel, welche kleine Zwischenräume zwischen sich lassen, nur wenig Kugeln zwischen sich nehmen und gerade durch den Knoten hindurch laufen; näher an der Peripherie nehmen die Fasern aber einen geschlängelten Verlauf und enthalten mehr Kugeln in grössern Zwischenräumen. Die organischen Fäden (s. S. 524) entspringen hier von den Ganglienkugeln selbst; wenigstens nehmen sie in den Ganglien an Masse zu, und man wird die Ganglien jedenfalls als Mittelpunkt und Ursprungsstellen der organischen Nervenfasern zu betrachten haben. Die Menge der in einem Ganglion entspringenden organischen Fasern hängt nur zum Theil von dessen Grösse ab, denn es können Ganglien von gleicher Grösse einer verschiedenen Menge von organischen Fasern zum Ursprunge dienen. — Nach *Valentin* ist der Urtypus der Ganglienformation folgender: ein oder mehrere Faserbündel, welche in den Knoten eintreten, bilden innerhalb desselben nach der Natur und Grösse des Ganglion mehr oder minder verwickelte Plexus, und treten in mehrern isolirten Strängen endlich wieder heraus (durchgehende Fasern). Ausserdem aber umspinnen einzelne Primitivfasern oder isolirte Bündel sehr weniger Fasern von allen Seiten die Ganglienkugeln (umspinnende Fasern). Die Anordnung der Kugelmasse ist auf folgende verschiedene Weise modificirt: *a)* in den meisten kugligen Ganglien liegt der Haupttheil der durchgehenden Fasern in der Centralachse des Knotens, die umspinnenden einzelnen Fasern dagegen liegen im Umfange desselben; *b)* die Anhäufung der Kugelmassen mit den umspinnenden Faserbündeln wird allseitig von den durchgehenden Faserbündeln umfasst, so dass nur am Rande ein Theil der Kugelmassen über den je näher der Peripherie, um so mehr in gekrümmten Bogen verlaufenden Faserbündeln übrig bleibt; *c)* die Anhäufung der Kugelmassen ist ungleich und nach einer Seite gerichtet; *d)* die Kugelmasse bildet einen auf die durchgehenden Faserbündel aufgesetzten Hügel. Bei allen diesen Anschwellungsformationen können sich einzelne Kugelmassen in den ein- oder austretenden Nerven fortsetzen ohne eine besonders bemerkbare Erhebung zu bilden, und dadurch erhält er ein grauröthliches Ansehen. — Das ganze Ganglion wird äusserlich von einer zellgewebigen Hülle eingeschlossen, deren Stärke mit der Dicke und Intensität der in dem Innern enthaltenen zelligen Scheiden, besonders der Kugeln, in gleichem Verhältnisse steht. Sie hängt nach innen durch Zellgewebsfasern mit den zelligen Scheiden der Kugeln zusammen, welche letzteren Scheiden in Rücksicht der Stärke und Festigkeit alle nur möglichen Stufen durchlaufen, während die Scheiden der Primitivfasern die denselben überhaupt eigenthümliche Stärke behalten. — Nach *Volckmann* bestehen alle Ganglien aus Kugeln, Fasern und Zellgewebe. Die Kugeln sind fast ganz rund, selten oval, einige scheinen solid, andere mit Flüssigkeit gefüllte Blasen; ausser diesen Kugeln kommen noch viel kleinere Kügelchen vor von unregelmässiger Gestalt (vielleicht Fetttröpfchen). Die Fasern bilden beim Durchtritte durch die Ganglien Bündel, sind nie varikös, scheinen ihr Neurilem nicht zu verlieren, verästeln sich und anastomosiren nie, setzen ohne Unterbrechung durch das Ganglion, endigen nie in den Kugeln, treten auch nicht durch sie hindurch und umspinnen sie nicht. Bisweilen finden sich hier ziemlich starke Faserbündel unvermischt mit Kugeln, andrerseits scheinen Anhäufungen von Kugeln ohne zwischenliegende Fasern vorzukommen. Das Zellgewebe verbindet die Kugeln unter einander und füllt die Zwischenräume zwischen ihnen aus.

Eintheilung der Ganglien. Man theilt die Ganglien meist nach ihrem Vorkommen am Cerebro-, Spinal- und sympathischen Nervensysteme ein; *Valentin* nimmt ausser den Spinalknoten und den Gränzstrangknoten, noch Sinnesnervenknoten (wie: *bulbus olfactorius*, *Scarpa's* Anschwellung am Gehörnerven, *gangl. petrosum*) und Sinnesorganknoten (d. s. *gangl. ciliare*, *oticum*, *linguale*, *sphenopalatinum*) an. — *Müller* ordnet die Ganglien in folgende Klassen:

1) Ganglien an den hintern Wurzeln der Gehirnnerven. *G. Gasseri* (an der grossen Portion des *nerv. trigeminus*), *g. nervi vagi*, *g. jugulare nervi glossopharyngei*. Alle diese Gg. befinden sich an den Wurzeln von Gefühlsnerven; in ihnen breiten sich die Faserbündelchen pinselförmig in der grauen Masse aus und sammeln sich auf der andern Seite wieder zum Stamme. Es scheint hier keine Vereinigung der Primitivfasern statt zu finden, doch ordnen sie sich anders und treten, indem sie sich anders juxtaponiren, in andern Bündelchen hervor, als sie eintraten. — 2) Gg. des *nerv. sympathicus*, sind entweder Gränzknoten, welche da liegen, wo die Wurzeln des *nerv. sympath.* von den Cerebral- und Spinalnerven kommen (im Gränzstrange, es sind: *gg. cervicalia, thoracica, lumbalia* und *sacralia*), oder Central- oder Geflechtknoten in den *plexus* des Unterleibes. Das Verhalten der Nervenfasern in diesen Gg. hat bis jetzt noch nicht bestimmt werden können, wenn aber irgend wo in Ganglien eine Multiplication

der Fasern vorgeht, so ist es in diesen. — 3) Gg. an den Cerebro-Spinalnerven, wo sich dieselben mit Zweigen des *nerv. sympathicus* verbinden. Es sind: das *g. petrosum nervi glossopharyngei*, die *intumescentia ganglioformis* am Knie des *n. facialis*, *g. sphenopalatinum*, *g. ciliare*, vielleicht das *oticum* und einige andere. In diesen Gg. stossen nicht Zweige der Cerebralnerven vom Gehirne ab zum *nerv. sympath.*, sondern Fäden vom *nerv. sympath.* an die Cerebralnerven, welche an diesen in peripherischer Richtung fortgehen,

Wutzer theilt die Ganglien in: 1) Gg. des Cerebralsystems *(g. Gasseri, ciliare, maxillare)*; ihnen fehlt die eigenthümliche dichte, starke Hülle; ihre grauröthliche Substanz ist weicher und der eigentlichen Nervenmasse ähnlicher; die Nervensubstanz hängt nur mit wenig Fäden zusammen, welche gewöhnlich blos zu einem Nervenstamme gehören, weshalb die Verflechtung der Nerven im Innern des Ganglion nicht so verwickelt ist; die Gestalt ist sehr veränderlich. — 2) Gg. des Spinalsystems *(g. nervi vagi, glossopharyngei, gg. spinalia)*; sind von einer sehr festen, dichten Hülle umgeben, welche mit der *dura mater* zusammenhängt und dem Ganglion eine feste Consistenz ertheilt. Die grauröthliche Substanz umschliesst die Nervenfäden in ihnen lockerer; die Richtung der letztern ist mehr parallel, ihre Verzweigung geschieht hier weniger oft und unter sehr spitzigen Winkeln. Die Gestalt dieser Gg. ist eiförmig oder olivenähnlich; sie scheinen weniger gefässreich zu sein und hängen nur mit der hintern Wurzel der Spinalnerven zusammen. — 3) Gg. des *nerv. sympathicus* (*g. caroticum, sphenopalatinum*, die Gränz- und Geflechtknoten); haben eine zwar feste, aber doch weniger dichte äussere Hülle und sind deshalb von weicherer Consistenz. Die grauröthliche Substanz umschliesst in ihnen die Nervenfäden, welche hier zu verschiedenen Stämmen gehören, und diese treten in sehr verschiedenen Richtungen ein und aus; ihre Gestalt ist sehr veränderlich.

R. Wagner, welcher seine Untersuchungen vorzugsweise an Torpedo und Raja machte, nimmt 4 Klassen von Ganglien an: Spinal-, Cerebrospinal, Visceral- und Centralganglien. 1) Spinalganglien; an den hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven; sie zeigen alle ziemlich gleichmässig dieselbe Bildung, bestehen aus Ganglienzellen von verschiedener Grösse (Mittelformen und Uebergängen) und aus viel breiten, mittelbreiten und aus nur wenig dünnen Fäserchen. Alle Fasern, dicke und dünne, treten vom Rückenmark aus im Ganglion mit Ganglienkörpern in die vorher erwähnte Verbindung, und die Ganglienkörper entlassen ebenso wieder Primitivfasern zur Peripherie. — 2) Cerebrospinalganglien, d. s. solche, welche an der Wurzel oder im Verlaufe der peripherischen Ausbreitung der Hirnnerven vorkommen, ohne in das Gehirn selbst eingesenkt zu sein, oder im nahen anatomischen Zusammenhange mit einem Brust- oder Baucheingeweide zu stehen. Es gehören hierher: die Ganglien des Trigeminus sowie die an der Wurzel des Vagus und Glossopharyngeus. Ihre Structur ist die der Spinalganglien. — 3) Visceralganglien sind alle diejenigen, aus denen Zweige zu den Organen der Athmung, des Kreislaufs, zu den Chymifications- und Chylificationsorganen, sowie zu den Secretions- und Geschlechtswerkzeugen gehen, also vorzugsweise die Ganglien des Sympathicus. Auch die in der Scheidewand des Herzens vorkommenden Anhäufungen von ziemlich zerstreuten und incohärenten Ganglienzellen gehören hierher, ferner mehrere Ganglien des Vagus, vielleicht auch des Trigeminus *(g. ciliare, oticum, maxillare inferius)*. Charakteristisch für diese Ganglien ist, dass die ein- und austretenden Zweige ausserordentlich viel mehr feine als breite Primitivfasern enthalten (etwa $^4/_5$ feine und $^1/_5$ breite); auch sind hier die kleinen, meist ovalen Ganglienzellen vorherrschend. — 4) Centralganglien sind diejenigen Anhäufungen von Ganglienzellen, welche weder im Verlaufe von Nerven, noch an deren Wurzelanfängen vorkommen, sondern welche in unmittelbarem Zusammenhange mit den eigentlichen Centraltheilen, Gehirn und Rückenmark, stehen. Alle die hierher gehörigen Ganglien scheinen eine andere Anordnung ihrer Ganglienzellen zu haben als die übrigen Ganglien. Jede Ganglienzelle, von runder, ovaler oder birnförmiger Gestalt, hat nämlich mehrere Ausläufer (wahrscheinlich abgerissene Gebilde, entweder Ursprünge für peripherische Fasern oder zur Verbindung der Ganglienkörper unter einander), ihr Kern ist im Verhältniss zur Zelle von ansehnlicherer Grösse, als bei den Ganglienkörpern der Spinalganglien; die Hülle dieser Ganglienzellen scheint zu fehlen, übrigens werden sie von ziemlich starken Primitivfasern umsponnen.

[Weiteres s. später in der Nervenphysiologie.]

Physiologie des Nervensystems.

Das Nervensystem (s. Bd. I. S. 441), durch welches sich das Thier vor der Pflanze auszeichnet und welches den (materiellen wie functionellen) Zusammenhang der einzelnen Organe des Thierkörpers vermittelt, bedingt ebensowohl die psychische Thätigkeit, das Gefühl und Empfindung, wie die (willkührliche und unwillkührliche) Bewegung und die Ernährung. — Ist es bis jetzt auch noch unausgemacht, ob die Seele (Geist, Dynamis) ein besonderes, selbstständiges, nur den höhern thierischen Organismen eingepflanztes und im Gehirn residirendes Wesen sei, oder ob sie als blosser Ausdruck von Steigerung der

Lebenskraft auf einen bestimmten Grad zu betrachten (da sie stets nur in Gemeinschaft mit der Lebenskraft auftritt) und auch den niedern organischen Wesen, so wie jedem einzelnen Theile derselben zuzuerkennen sei, so lässt sich doch behaupten, dass die Aeusserungen, welche wir gewöhnlich derselben beim Menschen zuzuschreiben pflegen und die in Vernunft, Empfindung und willkührlicher Bewegung bestehen, auf eine unserm Begriffsvermögen unerklärliche Weise zunächst an das Nervensystem geknüpft sind. — Ausserdem übt das Nervensystem aber auch grossen Einfluss auf die Processe aus, welche der Ernährung und Fortpflanzung dienen und von sogenannten unwillkührlichen Bewegungen begleitet sind. — Es steht sonach das Nervensystem sowohl den animalen, wie vegetativen Functionen in unserm Organismus vor und ist der materielle Träger der Thätigkeit, durch welche sowohl die Erhaltung des Individuums, als auch der Wechselverkehr desselben mit der Aussenwelt vermittelt wird; es beherrscht fast alle Verrichtungen unseres Organismus.

Das Nervensystem bedarf nun aber zu seiner Wirksamkeit nicht blos seiner eigenthümlichen Kraft (Erregbarkeit), sondern auch der verschiedenen Organe, eben so wie diese ohne Nerven nicht bestehen können; Nerv und Organ bilden zusammen erst ein Ganzes, welches ohne Zerstörung des Einen vom Andern nicht zu trennen ist. — Eben so bedarf das Nervensystem eines Reizes, um wirksam zu werden; erst durch die Einwirkung von Reizen wird der in ihm *(potentia)* schlummernde Funke *(actu)* angefacht; erst dann wird es der Hebel der complicirten Maschine, in welcher die Wechselwirkung der Kraft mit dem Stoffe den Gang unterhält. — Die durchaus erforderliche Fähigkeit der Nerven aber, durch Reize zu der ihnen eigenthümlichen Thätigkeit bestimmt zu werden (welche übrigens allen organischen Körpern zukommt und als Reizbarkeit oder Erregbarkeit, *incitabilitas*, s. S. 248, bekannt ist), nennt man mit einem besondern Namen Empfindlichkeit, *sensibilitas*. Die Empfänglichkeit der Nerven für Reize und die durch die Aufnahme derselben bewirkte Erregung jener werden einerseits durch die Beschaffenheit und den Grad der Eindrücke und andererseits durch die Beschaffenheit und Energie der Kraft in den Nerven selbst bestimmt und verschiedentlich modificirt. Stets befindet sich der lebende, gesunde Nerv in einem mässigen Grade von Erregung, niemals, auch in dem Zustande, welchen man Ruhe zu nennen pflegt, in vollkommener Unthätigkeit. Diese mässige Erregung (Tonus) äussert sich natürlich nach der eigenthümlichen Energie der Nerven verschieden, z. B. im Muskelsysteme und überhaupt in contractilen Geweben durch eine anhaltende Zusammenziehung u. s. f. — Um ferner in seiner Thätigkeit rein und ungetrübt zu sein, fordert das Nervensystem vor allen andern Systemen einen regelmässigen Wechsel seiner Masse, und es muss daher das Blut eine nothwendige Bedingung der Nerventhätigkeit abgeben; auch scheint das letztere durch seine Blutkörperchen als anregende und reizende Potenz auf das Nervensystem einzuwirken. — Die Actionen des Nervensystems scheinen mit keiner wahrnehmbaren Bewegung in den Nervenfasern und Nervenzellen verbunden zu sein. Was das eigentliche wirksame Princip in den Nerven ist, wissen wir nicht; es herrscht hierüber dieselbe Ungewissheit, wie über die Natur des Lichts, der Elektricität und anderer Imponderabilien, obschon man die Eigenschaften desselben fast eben so gut wie die dieser kennt. Wir nennen dieses unbekannte, an die Nervensubstanz gebundene und von den Veränderungen derselben abhängige Element: Nervenagens, Nervenprincip, Nervenkraft (die Alten nannten es: Nervenfluidum, Nervenäther, Nervengeister), und betrachten es als ein eigenthümliches, thierisches Urphänomen. Es scheint dasselbe in

nen Centralorganen erzeugt und von da aus mittels der Nerven überall hin (Innervation) geleitet zu werden, so dass also jene Motoren, diese Conductoren des Nervenprincips wären. Dass dieses Princip in manchen Nervenfasern nur von aussen nach innen oder centripetal (d. s. sensuelle, sensitive und excitorische Nerven), in andern blos von innen nach aussen oder centrifugal (d. s. Bewegungsnerven) geleitet wird, machen Versuche unzweifelhaft. Dagegen ist es doch noch höchst ungewiss, ob die Nerven selbst verschiedene Kräfte haben oder ob ihnen dieselben erst durch andere Organe des centralen Nervensystems mitgetheilt werden. Als Eigenschaften des, übrigens unbekannten, Nervenprincips, können folgende angesehen werden: *a)* dass es, wie alles Organische, Veränderungen unterliegt, verzehrt und wiedererzeugt (wahrscheinlich in den Centralorganen) wird; *b)* dass es in sehr verschiedenen Graden, bald schwächer, bald stärker vorkommt (in verschiedenen Individuen und zu verschiedenen Zeiten in demselben Individuum); *c)* dass ès bald rascher, bald langsamer consumirt und eben so bald rascher, bald langsamer ersetzt wird; *d)* dass es in eine vermehrte und verminderte Strömung versetzt werden kann; *e)* dass es zu seiner Fortströmung die vollkommene Continutät des Nerven verlangt.

Nervenagens. Das Wesen der Nerventhätigkeit hat man durch die Emanations- wie Vibrationstheorie, sowohl auf mechanische und chemische, wie dynamische Weise zu erklären gesucht. Bei der mechanischen Erklärung verglich man die Nervenfasern entweder mit Saiten, die contrahirt oder gespannt werden können und welche bei der Leitung in Schwingung gerathen *(Argentier, Gohl)*; oder man nahm ein inneres Erbeben der Nerven an und dachte an eine Fortpflanzung des Eindruckes durch das Aneinanderstossen der Nervenkügelchen *(Boerhaave)*; oder man glaubte, dass, ähnlich wie in den Blutgefässen, ein Saft in den Nervenröhren (centripetal und centrifugal) flösse oder in solcher Menge enthalten sei, dass ein Anstoss desselben an dem einen Ende sogleich an dem andern eine Veränderung hervorbringe. Bei der chemischen Erklärung hielten Einige *(Reil)* die Nerventhätigkeit für einen chemisch-animalen Process, mit Mischungsveränderung der Nervensubstanz; Andere *(Treviranus)* meinten, dass bei der Empfindung eine Umwandlung des Nervenmarks, eine Verdichtung, eine Festerwerden desselben vorgehe, oder *(Stütz)* eine Oxydation, indem Wasserstoff das Element der Nervensubstanz sei. *Reil* und *v. Humboldt* stellen noch eine sensible oder Nervenatmosphäre auf, einen empfindlichen Dunstkreis bis auf $^{5}/_{4}{'''}$, innerhalb dessen der Nerv wie in seiner Substanz wirken, oder gar den ihm zunächst liegenden Theilen seine Kraft mittheilen soll. Sehr Viele (und ganz neuerlich noch *Faraday*) nehmen die Elektricität oder den Galvanismus als das eigentlich Wirksame bei der Nerventhätigkeit an, und wirklich hat auch das Nervenprincip mit diesen Agentien viele Aehnlichkeit. Allein es ist an und für sich doch wieder wesentlich von ihnen verschieden und kann in keinem Falle durch sie erklärt werden; auch hat man *(Prévost* und *Dumas*, *Schweigger*, *Person)* mittels der feinsten galvanometrischen Instrumente keine elektrische Strömung in den Nerven nachweisen können. — Die Schnelligkeit und Stärke der Nervenwirkung (der Leitung des Nervenprincips) zu messen, ist bis jetzt unmöglich gewesen, doch scheint sie nach dem verschiedenen Sensibilitätsgrade verschieden gross sein zu können. Dass die Leitung in den Nerven mit ungemeiner Schnelligkeit von statten geht, sieht man daraus, dass mit einem äussern Eindruck fast zugleich auch Empfindung entsteht, und ebenso durch Willensregung sogleich Bewegung. *Haller* schrieb der Nervenwirkung eine Geschwindigkeit von 9000′ in der Minute, *Sauvages* von 32,400′, Andere von 57,600 Millionen Fuss in der Secunde zu.

Nervenreizbarkeit, Sensibilität. So wie zu jeder Thätigkeit eine äussere und eine innere Bedingung durchaus erforderlich sind, so ist auch die Nerventhätigkeit ohne die Einwirkung eines dem Nerven adäquaten Reizes und ohne ein entsprechendes Wirkungsvermögen des Nerven selbst unmöglich. Dieses Wirkungsvermögen des Nerven besteht aber nicht blos in einer Empfänglichkeit (Receptivität) der Nervenfaser für Reize, sondern auch in der Erregung durch dieselben, welche von dem Leitungsvermögen (in centripetaler oder centrifugaler Richtung) des Nerven und von der darauf folgenden Reaction abhängt; letztere ist von dem am Ende (centralen oder peripherischen) der Leitung befindlichen Organe abhängig und besteht bei Nerven mit centripetaler Leitung in Empfindung, mit centrifugaler in Bewegung. — Zahlreiche Versuche beweisen, dass die Nerven nach gänzlicher Aufhebung ihrer Verbindung mit den Centraltheilen ihre Reizbarkeit allmälig verlieren. — Bei manchen Individuen ist die Reaction auf angebrachte Reize sehr lebhaft und kräftig und in demselben Grade auch ausdauernd, in andern Fällen findet aber ein Missverhältniss zwischen Kraft und Ausdauer statt, und so kann ein sehr lebhaft und schnell erregter und scheinbar kräftiger Nerv sehr bald in seiner Action nachlassen, und umgekehrt. Es scheint dies in einem Missverhältniss zwischen den ernährenden Bestandtheilen des Blutes durch die Nerven und der Zufuhr derselben begründet zu sein. — Nicht alle Nerven haben dieselbe Receptivität für die eine oder die andere Art der Reize; denn es gibt Einflüsse, welche auf gewisse Nerven wirken, sie reizen und deren Reizbarkeit verändern, zu andern Nerven aber keine oder eine andere Beziehung haben; so wie umgekehrt diese wiederum für bestimmte Reize eine Empfänglichkeit besitzen, für welche jene keine oder eine andere Beziehung haben. Diejenigen Reize, gegen welche ein Nerv ausschliesslich reagirt und welche am gewöhnlichsten die Reactionen desselben erregen, heissen adäquate oder specifische Reize;

so ist das Licht für den Sehnerven, der Schall für den Gehörnerven ein adäquater Reiz u. s. f. — Durch Reize kann nun die Thätigkeit der Nerven sowohl erhöht (d. s. excitirende Reize, *nervina*), als auch vermindert werden (d. s. deprimirende Reize, *narcotica*); durch die erstere Art von Reizen wird aber nicht etwa die Stärke der Reizbarkeit wirklich und dauernd erhöht (denn dies können nur die Lebensprocesse, welche die Nervensubstanz und mit dieser die Nervenkraft beständig wieder erzeugen), sondern nur für kurze Zeit in ihren Aeusserungen gesteigert, weshalb diese Reize nur da anzuwenden sind, wo die nicht erschöpften, sondern blos geschwächten Nervenkräfte des Reizes bedürfen. Es kann nun aber die Reizbarkeit nicht blos durch die eigenthümliche Wirkung der Einflüsse, sondern auch durch die Reizung herabgesetzt werden. Bei jeder Reaction findet nämlich ein Aufwand der vorhandenen Kräfte statt (da sie durch Veränderung der Materie bewirkt wird), der natürlich um so grösser sein muss, je länger die Reizung dauert. Im gesunden Leben ist die Erregung nie so gross, dass durch gewaltsame Veränderung der Materie die Fähigkeit zu Lebensäusserungen auf eine empfindliche Art verletzt wird. Die beständige Wiedererzeugung der Materie durch die Ernährung (besonders im Schlafe) gleicht die materiellen Veränderungen derselben aus; wenn aber die Reizung stärker wird, so reicht die Wiedererzeugung nicht hin, um den Verlust sobald zu ersetzen, ja die Reizung kann auch so stark sein, dass die Summe der vorhandenen Kräfte erschöpft wird. *Henle* sagt: „die Reize wirken auf die Nerven durch eine eigenthümliche, mechanische oder chemische Alteration der Nervensubstanz; wenn diese Alteration nicht zu tief eingreift, so dauert die Ernährung der Nerven, ihr Stoffwechsel mit dem Blute fort, die alterirte Substanz wird dadurch nach und nach entfernt und die Störung wieder ausgeglichen und so kehrt der Nerv allmälig zum normalen Tonus (d. i. der mittlere Grad der Thätigkeit desselben während der sogenannten Ruhe, welcher durch die normale Blutcirculation bedingt zu werden und zur regelmässigen Action des Nervensystems nothwendig zu sein scheint) zurück. Es dauert aber einige Zeit, bis nach deprimirenden Einflüssen die volle Kraft und bis nach excitirenden die Ruhe wieder hergestellt ist. Die Sinneswahrnehmungen, welche während des Ueberganges der excitirten Sinnesnerven zur Ruhe auftreten und welche den Zeitpunkt der eigenthümlichen Reizung überdauern, heissen Nachbilder, Nachempfindungen; sie kommen an allen Nerven vor und gleichen natürlich der ihnen vorhergegangenen Empfindung (Urbild). Je intensiver und anhaltender die Reizung eines Nerven ist, um so längere Zeit erfordert es zur Wiederherstellung des Tonus, um so länger währt nach deprimirenden Reizungen die Lähmung, um so lebhafter und anhaltender sind die Nachempfindungen. Gewöhnlich sinkt aber der durch excitirende Reize aufgeregte Nerv vor seiner Rückkehr zum normalen Tonus erst etwas unter denselben herab und der Erregung folgt deshalb eine Erschöpfung. Endlich können aber auch erregende und schwächende Einflüsse mit solcher Gewalt einwirken, dass sie den Nerven entweder mechanisch zerstören oder so verändern, dass seine normale Structur nicht wieder hergestellt werden kann, dann tritt Lähmung ein, welche bei deprimirenden Reizen direct, bei excitirenden erst nach der heftigsten Aufregung erscheint.

Die Reize, für welche die Nerven Empfänglichkeit haben (d. i. alles, was, auf den Nerven wirkend, seine Energie oder seinen Tonus verändert), sind sowohl innere organische (wie: psychische und von den Organen oder Säften des eigenen Körpers herrührende, sowie pathologische), als äussere unorganische (wie: mechanische, chemische, kaustische, elektrisch-galvanische und Temperatur-Reize). Nach dem Orte ihrer Einwirkung lassen sich auch centrale (psychische) und peripherische Reize (welche durch die Objecte der Aussenwelt, die Zustände der Organe und die Säfte des Körpers auf die peripherischen Enden der Nerven wirken) annehmen; die grössere oder geringere Empfänglichkeit gewisser Nerven zu bestimmten Reizen trennt die Reize in specifische (oder adäquate, homogene) und in allgemeine.

Wirkung der Reize auf die Nerven. Mit *Arnold* lassen sich hier folgende Gesetze aufstellen: *a)* die centralen Reize wirken vorzugsweise auf das innere Ende derjenigen Nerven, welche zu den Muskeln gehen, und erzeugen durch dieselben Bewegungen; dagegen wirken die peripherischen Reize auf das äussere Ende jener Nerven, welche den äussern Sinnen und den mit animalen Nervenfasern versehenen Organen angehören, und erregen in den Centralorganen Empfindungen. — *b)* Die Reize haben zu einzelnen Nerven eine specifische Beziehung und bringen daher durch ihre Einwirkung auf sie dem Charakter eines jeden Nerven entsprechende Energieen hervor, während sie auf andere Nerven entweder nicht oder in anderer Art influiren (d. s. die adäquaten, specifischen Reize). — *c)* Nicht alle Reize wirken auf dieselben Nerven in gleichem Grade ein, sondern es erzeugen manche auffallendere Wirkungen, während andere keine oder nur geringe in dem nämlichen Nerven bewirken. So erregen z. B. Alkalien, auf Muskelnerven angebracht, Zuckungen, Säuren und Metallsalze dagegen nicht u. s. w. — *d)* Viele Reize wirken auf die Nerven wie örtlich, indem sie nur die Stelle des Nerven, auf die sie angebracht werden, verändern (wie mineralische Säuren, Metallsalze, *ol. laurocerasi*), andere aber üben ihren Einfluss auf den ganzen Verlauf desselben entweder bis zum peripherischen oder centralen Ende aus (wie elektrische und mechanische Reize). — *e)* Manche Reize bewirken erst durch das Blut allgemeine Erscheinungen in den Nerven in Folge einer Affection der Centralorgane (wie *acid. hydrocyan., ol. laurocerasi etc.*), andere bringen diese durch ihren unmittelbaren Einfluss auf dieselben hervor (wie mechanische und Temperaturreize, Elektricität, Alkalien). — *f)* Wenn die Empfänglichkeit der Nerven für Reize grösser ist als gewöhnlich, so erfolgt die Wirkung dieser öfters unter Bedingungen, unter denen sie in der Regel nicht stattfindet (bei reizbaren Subjecten). — *g)* Jede Nervenerregung, in so weit sie in der Einwirkung eines Reizes begründet ist, dauert nur so lange, als dieser wirkt und den Nerven reizt, und hört daher mit der Entfernung des Reizes auf; eine wiederholte Erregung erfordert also eine neue Reizung, welche die Nervenkraft wiederum zur Wirkung bestimmt. Bei sehr heftigen und lange andauernden Eindrücken erstreckt sich aber, wie schon gesagt wurde,

die Erregung der Nerven noch einige Zeit fort, nachdem schon der Reiz einzuwirken aufgehört hat. — *h)* Die Reizbarkeit der Nerven wird durch die Einwirkung von Reizen, da die Wirkung der Nervenkraft ohne organische Thätigkeit der Nervensubstanz nicht möglich ist, in gewissem Grade verändert und dies um so mehr, je länger die Reizung dauert, so dass selbst bei sehr heftiger und dauernder Einwirkung von Reizen die Receptivität der Nerven für dieselben erschöpft wird, und eine gewisse Zeit erfordert, bis sie sich wieder erneuert und eine neue Erregung erzeugt werden kann. — *i)* Die Reizbarkeit der Nerven wird um so mehr erhöht und die Erregung derselben um so vollkommener, je öfters derselbe Reiz in gewissen Intervallen sich wiederholt, und in demselben Verhältniss nimmt die Eigenschaft der Nerven, eine stärkere Einwirkung lange zu ertragen, zu. Hierauf beruht Uebung und Gewöhnung; der Grund davon liegt ohne Zweifel in der durch die Reizung herbeigeführten regeren organischen Thätigkeit der Nervensubstanz, in dem vermehrten Zufluss von Blut zu derselben und in dem lebhafteren Stoffwechsel. — *k)* Die Receptivität und die Erregung der Nerven werden gemindert, wenn einige Zeit keine Reizung stattfindet, und in demselben Verhältniss nimmt der Zufluss von Blut zu den Nerven ab; ja es schwinden dieselben und verlieren ihre Reizempfänglichkeit entweder zum Theil oder selbst gänzlich, wenn ihre Communication mit dem betreffenden Organe aufgehoben wird.

Die **Fortleitung des Nervenagens** (Innervation) geschieht in manchen Nervenfasern von innen nach aussen, von den Centralorganen des Nervensystems nach der Peripherie des Körpers hin, d. i. centrifugale Nervenströmung, in den Bewegungsnerven; in andern geschieht sie umgekehrt von aussen nach innen, von der Peripherie nach den Centralorganen hin, d. i. centripetale Strömung, in den Empfindungsnerven; und es scheint, als ob sich diese Nervenströmung nicht umkehren und z. B. in einer Bewegungsfaser von innen nach aussen statt finden könne. Dass die Nerven, wenigstens die animalen, Leitungsvermögen in dieser doppelten Richtung besitzen, wurde zuerst (i. J. 1811) von *Charles Bell* durch Zerschneidung der vordern und hintern Wurzeln der Spinalnerven entdeckt, wodurch sich ergab, dass erstere nur der Bewegung, letztere nur der Empfindung vorstehen. Dieser *Bell'*sche Lehrsatz wurde später durch entscheidende Versuche von *Magendie*, *Müller*, *Scarpa* und *Panizza* zur Gewissheit erhoben und diese doppelte Strömung durch folgende Punkte zur Evidenz erwiesen: 1) die Leitung der Eindrücke, sowohl in centrifugaler wie centripetaler Richtung, wird unterbrochen, wenn der Zusammenhang zwischen Centrum und Peripherie (durch Druck, Trennung, Zerstörung der Nervenfasern) an einer Stelle aufgehoben ist. 2) Die Fortleitung von der Unterbrechungsstelle aus bleibt aber, und zwar nach dem Centrum hin in den Empfindungs-, nach der Peripherie hin in den Bewegungsnerven. 3) Man kann in einem Theile entweder blos das Empfindungs- oder blos das Bewegungsvermögen aufheben: je nachdem nur die Nerven mit centripetaler oder centrifugaler Leitung von ihrem Centralorgane getrennt werden. 4) Es gibt Fälle, wo bei Menschen ein Körpertheil nur allein seine Bewegung, oder allein seine Empfindung verlor.

Aus diesen Thatsachen ergeben sich nun folgende Sätze (nach *Arnold*): *a)* in den Bewegungsnerven wirkt die Nervenkraft von dem Stamme nach den Aesten und es zucken bei der Reizung jenes alle Muskeln, die unter der gereizten Stelle Nerven erhalten, nicht aber jene, deren Nerven über derselben abgegeben werden; in den Empfindungsnerven erstreckt sich dagegen die Einwirkung eines gewöhnlichen) nicht zu heftigen) Reizes von der ganzen gereizten Stelle zum Stamme und durch diesen zum Centralorgane (bei einem zu heftigen Reize pflanzt sich die Empfindung bisweilen auch noch in centrifugaler Richtung fort). — *b)* Wegen des ununterbrochenen Verlaufes jedes einzelnen Nervenfäserchen von der Peripherie zum Centrum, der selbst in den Geflechten und Anastomosen nicht aufgehoben wird, geschieht auch die Leitung durch die einzelnen Fasern isolirt, so dass jede Nervenfaser die an dem einen Ende erzeugte Erregung, ohne die übrigen in demselben Stamme befindlichen Fasern zu afficiren, zu dem entgegengesetzten Ende fortpflanzt. Wird also ein Theil eines aus mehrern Fasern bestehenden Nerven gereizt, so muss sich die Wirkung nur auf diejenigen Fasern beschränken, welche vom Reize getroffen wurden. In den Geflechten theilt sich deshalb die Erregung einer Faser durchaus nicht einer andern mit, sondern es pflanzt sich dieselbe in den in Folge der Verflechtung anders zusammengesetzten Nervenstämmen nur auf diejenigen Fasern fort, welche jenem Nerven ursprünglich angehörten. So werden durch die Geflechte, welche einige oder mehrere Nerven mit einander verbinden, die Regungen eines Nerven, sei dieser von centripetaler oder centrifugaler Kraft, von einer Stelle aus nach ganz verschiedenen Richtungen zu vertheilt, oder umgekehrt, eine Mehrheit von Eindrücken, die auf verschiedene Stellen der Peripherie oder des Centrum statt fand, in einem gemeinsamen Punkt gesammelt. — *c)* Die Nerven können nicht blos an ihren Enden, sondern auch in ihrem Verlaufe an verschiedenen Stellen Eindrücke aufnehmen, und pflanzen diese dann entweder nach der Peripherie, oder nach dem Centrum hin fort (s. bei Bewegungs- und Empfindungsnerven).

Kurze Uebersicht über die Nerventhätigkeit. Das Nervensystem lässt sich, seinen Functionen nach, in vier Abtheilungen, welche aber in engem Zusammenhange mit einander stehen, eintheilen, nämlich: 1) in das psychische Nervensystem, welches die Geistes- oder Seelenthätigkeiten vermittelt; 2) in das cerebrospinale, für Empfindungen und willkührliche Bewegung; 3) in das spinale, welches den grössern unwillkührlichen Vegetationsprocessen (wie dem Athmen, der Herzthätigkeit, der Digestion, den geschlechtlichen Functionen und der Harnexcretion) vorsteht; und 4) in das vasomotorische, sympathische oder Ganglien-Nervensystem, dem die engern Kanäle (die Gefässe, die Se- und Excretionskanälchen der Drüsen) unterworfen sind. In einer jeden dieser Abtheilungen finden sich dieselben Mischungs- und Formelemente (Nervenröhren und Nerven- oder Ganglienkugeln), und eine jede besteht aus einem Centraltheile (Gehirn, Rückenmark, Ganglien) und einem peripherischen Theile (Nerven), welcher letztere in dem erstern wurzelt und aus centripetal- und centrifugal-leitenden Nervenfasern zusammengesetzt ist. — Ein jedes dieser Nervensysteme zeigt nun eine centripetale, centrale und centrifugale Action. Diese Actionen sind während des Lebens in Folge der immerwährenden Einwirkung der Lebensreize fortwährend, aber in verschiedener Stärke, im Gange (die Nerven sind immerwährend thätig, d. i. der Nerventonus), und gehen nach der mehr oder weniger normalen Beschaffenheit der Nervensubstanz leichter oder schwieriger von statten.

a. Die centripetale Action besteht in Zuleitung äusserer und innerer Eindrücke zu den Centralorganen und dies geschieht im psychischen Nervensysteme durch die Sinnes- oder sensuellen Nerven, im cerebrospinalen durch die Empfindungs- oder sensitiven Nerven, im spinalen und vasomotorischen (?) durch sogenannte Incident- oder excitorische Nerven. Nur wenn die Leitung der Eindrücke bis zum gesunden Gehirne (Sensorium) erfolgt, werden wir uns ihrer gehörig bewusst, dann empfinden wir dieselben. Es findet dies im psychischen und cerebrospinalen Nervensysteme statt, im spinalen und vasomotorischen merken wir (wenigstens im normalen Zustande) nichts von der centripetalen Action.

b. Die centrale Action besteht in Uebertragung der durch die centripetal-leitenden Nerven erhaltenen Eindrücke (was nur innerhalb der Centralnervenorgane: Gehirn, Rückenmark, Ganglien, geschehen kann). In den beiden erstern Nervensystemen (bei gesunden und ausgebildeten Centralorganen) geschieht diese Uebertragung nicht immer sofort nach erhaltenem Eindrucke, sondern (vielleicht durch eine Art Hemmungsapparat) längere oder kürzere Zeit darnach, oder auch gar nicht, und dies mehr oder weniger nach Gewohnheit und nach unserer Willkühr. Im spinalen und sympathischen Systeme geschieht die Uebertragung dagegen ganz unwillkührlich und immerwährend, sofort nach dem Eindrucke auf den Centraltheil.

c. Die centrifugale Action besteht in Erzeugung von Bewegungen mittels der Zusammenziehung contractiler (Muskel- und Zellgewebs-) Fasern, welche aber wieder von der Erregung der centrifugal-leitenden oder motorischen Nerven abhängig ist. Diese Bewegungen müssen sonach im psychischen und cerebrospinalen Systeme unserm Willen unterworfen sein, dagegen im spinalen und sympathischen stets unwillkührlich, sowie immer erst nach Erregung zuleitender Nerven und nach der Uebertragung dieser Erregung durch die Centralorgane auf die motorischen Nerven erfolgen.

Während des Lebens geschehen nun immerfort, von der Aussenwelt und von unserm Innern aus (durch die verschiedenen daselbst vor sich gehenden Processe) Eindrücke auf die zuleitenden Nerven, und diese Eindrücke werden durch die Centra auf die motorischen Nerven übergetragen, so dass dadurch die contractilen (Muskel- und Zellgewebs-) Fasern in immerwährender Thätigkeit (in mässiger Contraction, Tonus) erhalten werden und so die zum Leben nothwendigen Processe immerfort vor sich gehen. Sonach sind also alle Thätigkeiten unseres Organismus erst von aussen angeregte und die Bedingungen, unter denen sie gehörig zu Stande kommen können, müssen sein:

1) **Einwirkung eines Reizes**, welcher durch die zuleitenden Nerven die Centralorgane und durch diese die motorischen Nerven in Thätigkeit (Oscillation?) versetzt.

2) **Zusammenhang der Nerven mit dem Organe, und normaler Zustand des Organes**, in welchem die Nerventhätigkeit in die Erscheinung tritt. Diese Organe gehören entweder der Empfindung oder der Bewegung an.

3) **Normale Erregbarkeit des Nervensystems**, welche auf der normalen Form und Mischung der Nervensubstanz beruht und eben sowohl erhöht als geschwächt und ganz aufgehoben sein kann.

Sonach kann der Nerv für sich gar keine sogenannte Nerventhätigkeit entwickeln, sondern Reiz und Organ sind unentbehrlich dazu, und alle drei müssen harmonisch zusammenwirken, wenn die verschiedenen Processe im Körper normal vor sich gehen sollen. Ist eines dieser drei Momente von der Norm abgewichen, so findet auch eine Abweichung im Processe selbst statt; zeigt sich aber dem Arzt eine solche, dann muss er durchaus auf Reiz, Nerv und Organ sein Augenmerk richten. Die bei der Thätigkeit der Nerven in Betracht kommenden Gesetze sind die folgenden.

1) Gesetz der isolirten Leitung: keine Nervenfaser theilt ihre Thätigkeit der andern innerhalb eines Nerven mit, denn jede ist unverzweigt und durch ihr Neurilem, von ihrem centralen bis zum peripherischen Ende hin, von der andern abgeschlossen. Nur in den Centraltheilen ist eine solche Mittheilung möglich.

2) Gesetz der specifischen Leitung *(lex Belliana)*, d. h der eigenthümlichen centripetalen und centrifugalen Leitung der Nerven. [Diese Leitung (Strömung, Innervation) braucht übrigens gar nicht zu existiren; denkt man sich eine Nervenfaser in ihrer ganzen Ausbreitung thätig (oscillirend), dann wird diese Thätigkeit immer nur an dem Ende derselben wahrnehmbar sein, wo dieselbe mit einem Organe verbunden ist, welches die Nerventhätigkeit in die Erscheinung treten lassen kann, z. B. bei den motorischen Nerven am peripherischen Ende, in den Muskeln u. s. w.]

3) Gesetz der peripherischen Energie oder excentrischen Erscheinung. Dieses Gesetz, welches nur auf Gewohnheit beruht, betrifft blos die Empfindungsnerven und besteht darin, dass, wo immer auch ein solcher Nerv erregt wird, in seinem Verlaufe oder im Centrum (nach dem Gesetze der centrischen Erregung) die

Erregung doch immer nur am peripherischen Ende desselben zu sein scheint und hier empfunden wird. Hierauf beruht die Empfindung, welche Amputirte noch lange Zeit im abgeschnittenen Gliede haben; erst durch Uebung lernen sie an den durchschnittenen Empfindungsnerven am Stumpfe fühlen.

4) Gesetz des Reflexes (der Sympathie, Synergie). Dieses Gesetz besteht darin, dass in den Centralorganen (Gehirn, Rückenmark, Ganglien) eine Faser der andern ihre Thätigkeit mittheilen kann. Diese Mittheilung kann nun eben sowohl zwischen Fasern und ganzen Fasergruppen desselben Systems, derselben Function und derselben Seite, wie zwischen denen verschiedener Systeme und Functionen, sowie von einer Seite auf die andere stattfinden. Es kommen hierdurch die sogenannten Reflexbewegungen, Reflexempfindungen, Mitempfindungen und Mitbewegungen zu Stande. — Im Normalzustande geschehen solche Reflexe im spinalen und vasomotorischen Nervensysteme, wie schon vorher angedeutet wurde, immerwährend und, ohne dass wir dieselben verhindern könnten, von zuleitenden Nerven auf motorische und erzeugen die Bewegungen, welche zur Erhaltung der Lebensprocesse (Stoffmetamorphose) nöthig sind. Dagegen findet im psychischen und cerebrospinalen Systeme für gewöhnlich diese Art des Reflexes nur nach unserer Willkühr statt (indem vielleicht ein willkührlich zu brauchender Hemmungsapparat die Uebertragung der Thätigkeit sensitiver Nerven auf motorische bald hindern, bald zulassen kann). Wohl kommen nun aber bei widernatürlicher Reizung, bei erhöhter Reflexthätigkeit der Centralorgane und überhaupt bei vermehrter Erregbarkeit der Nerven und ihrer Organe in allen Nervensystemen leicht abnorme und auch im psychischen und cerebrospinalen Nervensysteme ganz unwillkührliche Uebertragungen der Erregung einer Nervenfaser auf die andere vor und bedingen so eine grosse Menge von Krankheitserscheinungen. Folgende Reflexe sind demnach möglich:

a. **Reflex von zuleitenden auf motorische Nerven**, wodurch die sogenannten **Reflexbewegungen** erzeugt werden, welche sonach im psychischen, willkührlichen (cerebrospinalen) und unwillkührlichen (spinalen und vasomotorischen) Nervensysteme auftreten und durch Erregung von zuleitenden Fasern dieses oder jenes der vier Nervensysteme hervorgerufen werden können. Es werden existiren:

α) **Reflexbewegungen im willkührlichen motorischen Nervensysteme**, als krampfhafte Affectionen willkührlicher Muskeln auftretend, und erregt

1) durch Reizung sensorieller Nerven [z. B. beim Sehen von Blut entsteht Zittern der Glieder, Krämpfe];

2) durch Reizung sensitiver Nerven [z. B. Krämpfe (Trismus, Tetanus) bei Verwundungen];

3) durch Reizung spinaler (und sympathischer?) zuleitender Nerven [z. B. Krämpfe bei Reizungen der Darmschleimhaut, der Lunge u. s. w.]. Hierbei wird die Reizung selbst oft gar nicht wahrgenommen, und die abnormen Bewegungen scheinen deshalb rein nervöser Natur zu sein oder von einem Leiden der Centralnervenorgane auszugehen.

β) **Reflexbewegungen im spinalen Nervensysteme**; sie betreffen gewöhnlich grössere Muskelpartieen und zeigen sich als Modifica-

tionen der Respirations-, Herz-, Harn- und Digestions-Bewegungen. Sie können erregt werden:

1) durch Reizung sensorieller Nerven [z. B. Brechen beim Sehen ekelhafter Gegenstände];
2) durch Reizung sensitiver Nerven [z. B. Husten bei Reizung des äussern Gehörganges];
3) durch Reizung spinaler (und sympathischer?) zuleitender Nerven [z. B. Brechen bei Magenaffectionen, ohne dass dieselben irgend eine Empfindung erregten].

γ) **Reflexbewegungen im vasomotorischen Nervensysteme**, als Contractionen der Gefässe, der Se- und Excretions-Kanäle auftretend, und erregt:

1) durch Reizung sensorieller Nerven [z. B. Bleichwerden beim Sehen von Blut]
2) durch Reizung sensitiver Nerven [z. B. krampfhafte Zusammenziehung der Gallengänge mit Icterus, bei Erkältung der Haut];
3) durch Reizung spinaler (und sympathischer?) zuleitender Nerven [z. B Verengerung der feinsten Bronchien beim Einathmen kalter Luft].

δ) **Reflexbewegungen im psychischen Nervensysteme**; z. B. Wuthausbrüche in Fiebern *(deliria furibunda)*, bei Verwundungen, bei Kreisenden, bei Geschlechtsaufregungen u. s. w.

b. **Reflexe von zuleitenden auf sensitive oder sensorielle Nerven**, wodurch die sogenannten **Mitempfindungen (Irradiation der Emfindungen)** entstehen und wobei die primäre Reizung zuleitender Nerven entweder zugleich mit der secundären Reizung empfunden wird, wenn jene nämlich sensorielle oder sensitive Nerven betrifft, oder jene gar nicht und nur diese in dem Nerven wahrgenommen wird, auf welchen die Ueberstrahlung geschah. Es existiren:

α) **Mitempfindungen im psychischen Nervensysteme**; sie zeigen sich vorzüglich als subjective Sinnesempfindungen, Sinnestäuschungen, und können erregt werden:

1) durch Reizung sensorieller Nerven [z. B. Ohrensausen beim Sehen in die Tiefe];
2) durch Reizung sensitiver Nerven [z. B. Lichtempfindung beim Galvanisiren des *nerv. infraorbitalis*];
3) durch Reizung spinaler (und sympathischer?) zuleitender Nerven [z. B. Gesichts- und Gehörs-Täuschungen bei Unterleibsübeln?].

β) **Mitempfindungen im cerebrospinalen Nervensysteme**; sie treten als abnorme Empfindungen, Schmerz, auf und können erregt werden:

1) durch Reizung sensorieller Nerven [z. B. Schmerz in den Zähnen bei grellen Tönen];
2) durch Reizung sensitiver Nerven [z. B. Schmerz in allen Zähnen bei Reizung des Nerven eines cariösen Zahnes];
3) durch Reizung spinaler (und sympathischer?) zuleitender Nerven [z. B. Schmerz in der Achsel und im Arme bei Herz- und Leberentzündung].

NB. Ob Uebertragung von Reizungen zuleitender Nerven des spinalen und sympathischen Nervensystems auf eben solche Fasern derselben Systeme stattfindet, lässt sich nicht nachweisen, da diese Reizungen keine Empfindung erregen. Doch ist dies zu vermuthen und es schreiben sich vielleicht die bisweilen über diese Systeme weit ausgedehnten Reflexbewegungen daher.

c. **Reflexe von motorischen Nerven auf motorische**, wodurch die sogenannten **Mitbewegungen (associirten Bewegungen)**, bisweilen selbst in gelähmten Theilen, hervorgerufen werden. Auch hier findet eine Ueberstrahlung von willkührlichen auf unwillkührliche Nerven, und umgekehrt statt. Es existiren:

α) **Mitbewegungen im willkührlichen Bewegungsnervensysteme**, hervorgerufen entweder durch willkührlich oder unwillkührlich erregte Bewegungen und auftretend als unwillkührliche Contractionen willkührlicher Muskeln. Sie können erregt werden:

1) durch Reizung willkührlich-motorischer Nerven [hierher gehören die ungeschickten und falschen Bewegungen bei Ausführung ganz einfacher Muskelactionen, beim Turnen deutlich sichtbar];
2) durch Reizung unwillkührlich-motorischer Nerven (spinaler und vasomotorischer); hierbei lässt sich freilich auch vermuthen, dass die sympathische Bewegung eine Reflex- und keine Mitbewegung ist [z. B. Krämpfe in den Beinen bei Blasencontraction]

β) **Mitbewegungen in unwillkührlichen Bewegungsnerven** (spinalen und vasomotorischen), hervorgerufen durch willkührliche oder unwillkührliche Bewegungen, z. B. beschleunigte Herz- und Respirations-Bewegung bei verstärkter Thätigkeit der Arm- und Beinmuskeln u. s. w.

d. **Reflexe von motorischen auf sensitive Nerven**, wodurch die sogenannten **Reflexempfindungen** zu Stande kommen. Diese Ueberstrahlung kann wahrscheinlich eben sowohl von willkührlich- als von unwillkührlich-motorischen Nerven auf Empfindungsnerven stattfinden. Hierher gehört: der Knieschmerz bei Contractur der Hüftmuskeln, das Seitenstechen beim Laufen, Erregung des Gesichtsschmerzes beim Kauen, der Schmerz im Kehlkopf bei heftigem Schreien u. s. f.

e. **Symmetrischer Reflex**, findet zwischen den entsprechenden Nerven beider Körperhälften statt; z. B. cariöser Zahnschmerz auf der einen Seite erregt Schmerz in demselben gesunden Zahne der andern Seite; gelähmte und dem Willenseinflusse entzogene Muskeln ziehen sich bisweilen mit den gleichnamigen der andern Seite zusammen u. s. w.

f. **Antagonistischer Reflex** besteht nach *Henle* darin, dass die erhöhte Thätigkeit des einen Nerven den entgegengesetzten Zustand (verminderte Thätigkeit, Lähmung) in einem andern erzeugt (und umgekehrt?). Durch diesen Reflex soll sich erklären: Heilung von Krämpfen durch Reizung der entsprechenden Empfindungsnerven, und umgekehrt Herabstimmen der erhöhten Sensibilität durch Muskelthätigkeit; ferner Lähmung der Gefässnerven (Entzündung) bei Reizung der zuleitenden (Empfindungs-) Nerven.

NB. Diese nicht wegzuleugnenden Reflexe, die sich allerdings noch etwas anders, als angegeben wurde, verhalten können, rufen eine Menge krankhafter Erscheinungen hervor, welche einer, bisweilen ganz geringfügigen materiellen Veränderung, nicht selten ein sehr gefährliches Aussehen geben. Vorzüglich ist dies bei Kindern der Fall, deren weiche Centralorgane zu Reflexen sehr bedeutend disponiren, weshalb hier sehr häufig eben sowohl jede leichte wie schwere Krankheit (Bronchial- und Darm-Katarrhe, Würmer und Verstopfung, ebenso wie Pneumonie und Pleuritis) sogenannte Hirnkrämpfe erregt und das Ansehen einer Hirnentzündung annimmt. — Uebrigens sind die genannten Reflexe auch in der Therapie zu verwerthen, insofern z. B. durch Reizung sensitiver oder motorischer Nerven heilsame (Reflex- und Mit-) Bewegungen vorzüglich in den Respirations-, Circulations- und Digestions-Organen) erregt werden können u. s. f. (Hierauf beruht die Heilung vieler Krankheiten durch die medicinische oder Kranken-Gymnastik in Schweden.)

5) **Gesetz der Association und Coordination** (oder zweckmässigen Combination); diese besteht darin, dass die Nervenfasern durch ihre, an verschiedenen Stellen verschiedenartige Anlagerung an einander (in den Nerven, vorzüglich aber in den Centralorganen) zu Partieen vereinigt sind, deren Reizung ein Symptomenbild ergibt, das den Anschein der Zweckmässigkeit, des harmonischen und mit Bewusstsein ausgeführten Zusammenwirkens an sich trägt. Es scheinen hierdurch bestimmte, ausgebreitete und zweckmässige Bewegungen durch Reizung bestimmter zuleitender Nerven hervorgerufen zu werden; z. B. Niesen bei Reizung der Nasenschleimhaut, Husten durch Reizung der Kehlkopfs-Schleimhaut, Brechen bei Kitzeln des Pharynx u. s. w.

6) **Gesetz der Gewohnheit** (Uebung, Erziehung, Accommodation); es findet die Erregung von Nerven (directe, centrale oder reflectirte) um so leichter statt, je öfter dieselben schon erregt (natürlich nicht überreizt) wurden. Hierdurch kann man das Gesetz des geringern Widerstandes eines Theiles *(locus minoris resistentiae)*, die geschickten willkührlichen Bewegungen, und im psychischen Nervensystem grossentheils die Bildung des Charakters erklären.

Functionen der einzelnen Theile des Nervensystems.

Im Allgemeinen bewirken (nach *Müller*) die Centraltheile des Nervensystems, welche als der Mittelpunkt des Nervenagens und der Sitz aller geistigen Thätigkeiten zu betrachten sind, die vereinte Thätigkeit aller Nervenfunctionen (wenigstens in den höhern Thierklassen und beim Menschen). In ihnen scheint das Nervenagens erzeugt und wiedererzeugt zu werden; sie empfangen die Wirkungen der Empfindungsnerven und stehen mittels dieser mit der Aussenwelt in Beziehung; sie dienen als Erreger für die Bewegungsnerven und erhalten die organischen Nervenverrichtungen in ungestörter Kraft. Hinsichtlich der Wirkungen der Centralorgane lassen sich (mit *Arnold*) etwa folgende allgemeine Gesetze aufstellen: *a)* die Centralorgane sind sowohl Sammler und Leiter, als auch Erzeuger und Erreger der Nerventhätigkeit; sie sind Conductoren und Motoren des Nervenagens. *b)* Die Aufnahme der Regungen der Nerven mittels der Centralorgane geschieht entweder ohne oder mit Bewusstsein und eben so ist die Wirkung des Rückenmarks und Gehirns auf die motorischen Nerven entweder eine unfreiwillige oder eine freiwillige. *c)* Die Energieen motorischer Nerven in Folge der Einwirkung sensibler Regungen erfordern die Reaction eines centralen Theils, und es ist diese dem Wesen nach dieselbe, mag nun die Seele einen unbewussten oder bewussten, einen unfreiwilligen oder freiwilligen Antheil nehmen; denn in beiden Fällen kann die Rückwirkung ohne die innere Thätigkeit eines centralen Gebildes nicht erfolgen. — Was die Leitung und Erregung des Nerven in den Centralorganen betrifft, so scheint Folgendes festgestellt werden zu können: *a)* die durch die animalen Nerven dem Rückenmarke und Gehirne zugeführten Regungen werden zunächst sowohl der weissen als grauen Substanz mitgetheilt, und eben so kann die Thätigkeit eines motorischen Nerven von beiden aus bestimmt werden. *b)* Die Leitung in den Centralorganen ist nicht an den Lauf isolirter Fasern gebunden. *c)* Die Leitung geschieht in der Markmasse der Centralorgane sowohl in gerader als auch gekreuzter Richtung, so dass sich die Wirkungen jener entweder auf derselben oder der entgegengesetzten Seite des Körpers in den peripherischen Organen zu erkennen geben. *d)* Die Regungen einer Abtheilung des Centralorgans theilen sich durch die bogenartigen Verbindungsfasern einer andern, entweder gleich- oder ungleichartigen, mit und es wird dadurch eine gewisse Uebereinstimmung in den Wirkungen entsprechender und verschiedener Gebilde bewerkstelligt. — Die Nerven sind dagegen nach Einigen Organe mit centripetaler und centrifugaler Leitungsfähigkeit (Conductoren des Nervenprincips), welche die Centralorgane mit allen Theilen des Körpers in Verbindung setzen und gewissermaassen mit dem von den Centralorganen empfangenen Nervenagens geladen sind. Nach Andern *(Henle)* sind aber die Nerven nicht blos leitende Organe, sondern besitzen selbst verschiedene Kräfte (specifische Sensibilität, nicht specifische Leitungsfähigkeit) und be-

kommen sie nicht erst von den Centralorganen mitgetheilt. Denn wenn die Nervenkraft nur von den Centralorganen geborgt wäre, so könnte sie, einmal erschöpft, sich nicht wieder erzeugen. Allein nach *Henle* erholt sich ein vom Rückenmarke getrennter Nerv, der durch Reizung gelähmt ist, nach einiger Zeit und gewinnt seine Reizbarkeit wieder. Vielleicht dient dann der Zusammenhang der Nerven mit den Centralorganen, wenigstens mit dem Gehirne (und daselbst mit *Henle's* Denkfasern; s. S. 531, oder *Bergmann's* Chordensystem, s. S. 477), nur dazu, um die Thätigkeiten der Nerven durch Denken über dieselben zum Selbstbewusstsein zu bringen. Dafür scheinen die Umstände zu sprechen, dass der eine Nerv durch Reize afficirt wird, gegen welche ein anderer sich ganz indifferent verhält; dass oft zweckmässige Bewegungen, ohne vom Bewusstsein geboten zu sein, vorkommen; dass beim tiefen Nachdenken unbestimmter Schmerz gefühlt, aber doch dem Selbstbewusstsein nicht mitgetheilt und erst beim Erwachen aus der Zerstreuung selbstbewusst wird; dass man sehen und hören kann, ohne sich von dieser Sinnesempfindung weitere Rechenschaft im Innern abzulegen. Erklärt man die Nerven für blosse Leiter, so muss man auch für jeden Sinn im Gehirne ein besonderes Centralorgan statuiren, zu welchem die Eindrücke fortgepflanzt und in welchem sie zur specifischen Empfindung umgeschaffen würden (s. bei Gehirn). Diejenigen, welche diese letztere Ansicht annehmen, betrachten die Ganglienkugeln der grauen Substanz als die Träger der eigentlichen Nerventhätigkeit, als Organe der Seelenthätigkeiten. Feststellen lässt sich aber durch Versuche über die Eigenschaften der Gangliensubstanz nur, dass sie Einfluss auf die Ernährung der Nerven hat und die Ursache ist, dass Veränderungen einer Faser auf die benachbarten wirken (s. bei Ganglien). Für die Behauptung, dass die graue Substanz eine das Nervenagens erregende und erzeugende Energie besitzt, führt *Arnold* folgende Thatsachen an: 1) sie fehlt, oder wird nur in äusserst geringer Menge vorgefunden in den Nerven, welche nur oder vorzugsweise Conductoren sind. 2) Sie liegt theils am Ende der Fasern, theils zwischen ihnen und kann somit auf sie erregend einwirken. 3) Sie zeichnet sich durch einen grossen Gefässreichthum aus, was eine rege und lebendige organische Thätigkeit der Nervensubstanz bedingt und dadurch die Erzeugung des Nervenagens möglich macht. 4) Sie besitzt keine vollkommene Continuität in den Centralorganen.

I. Functionen der Hirn-Nerven.

Nach dem früher Gesagten leiten die in den Nerven befindlichen Fasern entweder centrifugal oder centripetal, und es vermitteln danach die Hirnnervenfasern, sowohl die in den eigentlichen Hirnnerven verlaufenden, als auch die durch das Rückenmark in die Spinalnerven tretenden Fasern, die **willkührliche Bewegung** und die **Empfindung**; die letztere ist aber entweder eine äussere, durch welche wir die Aussenwelt wahrnehmen und unser Verhältniss zu derselben kennen lernen, oder eine innere, welche uns von den Bedürfnissen und Zuständen unseres eigenen Körpers in Kenntniss setzt. Danach gibt es **Bewegungs-** und **Empfindungsnerven**, und letztere

sind, je nachdem sie eine Receptivität für specifische oder für allgemeine Reize haben, Sinnesnerven (sensuelle Nerven, specifische Empfindungsnerven, wie der Seh-, Hör-, Geruchs- und Geschmacksnerv) oder Gefühlsnerven (sensitive Nerven). — In dem einen Nerven kommen blos motorische, in einem andern blos sensuelle oder sensitive Fasern vor, und dann ist er entweder reiner Bewegungs- oder reiner Empfindungsnerv; vereinigen sich beide Arten von Fasern in einem Nerven, dann heisst er ein gemischter. Diese letztern erhalten motorische und Empfindungs-Fasern entweder gleich bei ihrem Ursprunge, welcher dann mit 2 Wurzeln versehen ist, von denen die empfindende ein Ganglion hat, oder sie bekommen die eine Art von Fasern erst in ihrem Verlaufe von einem andern Nerven zugemischt.

a. Bewegungs-, motorische Hirn-Nervenfasern. Sie besitzen nur ein centrifugales Leitungsvermögen (von Centralorganen zu contractilen Gebilden) und dienen blos der Bewegung. Diese wird nun aber sowohl durch psychische, als durch somatische, auf die motorischen Nervenfasern applicirte Reize hervorgerufen; im erstern Falle kann die Bewegung wieder doppelter Art sein: entweder eine freiwillige, spontane, willkührliche, d. i. eine durch den freien Willen in Folge von Empfindungen, Vorstellungen und Gedanken erzeugte und durch ihn bestimmte Bewegung (s. Bd. I. S. 388 u. 391), oder eine unfreiwillige, unwillkührliche, automatische (s. Bd. I. S. 389), welche ohne den unmittelbaren Antheil des freien Willens vollzogen wird und von dem unfreien, instinktartigen Willen ausgeht. Diese beiden Arten von Bewegungen werden durch die Nerven mit Hülfe der quergestreiften Muskelfasern hervorgerufen, gehen oft in einander über, oder aber sie werden gleichzeitig mit einander vollzogen, oder endlich sie geschehen in einem und demselben Organe bald mit freiem Willen, bald ohne diesen. Geschehen dieselben in Folge einer von den Organen oder der Peripherie des Körpers ausgehenden Reizung eines Empfindungsnervens unwillkührlich, so werden sie allgemein Reflexbewegungen (s. Bd. I. S. 390), von *Arnold* aber Reactionsbewegungen genannt, weil sie nicht der reine und blosse Reflex peripherischer Einwirkungen oder Stimmungen sind, sondern auch durch den Zustand, die Art und den Grad der Thätigkeit des Centralorgans und der Seele selbst verschiedentlich bestimmt werden und sich hiervon abhängig zeigen. Dass das Centralorgan bei diesen Reactionsbewegungen kein blosser Durchgangs- und Reflexpunkt, sondern ein rückwirkender, somit durch eigene innere Thätigkeit hierbei participirender Theil ist, sieht man daraus, dass diese Bewegungen um so leichter und häufiger erscheinen, je mehr der Zustand des Centralorgans gesteigert ist, und dass ganz ähnliche unwillkührliche Bewegungen durch blosse Affectionen des Centralorgans ohne einen peripherischen Eindruck, z. B. bei Congestionen, Reizungen, entzündlichen Zuständen u. s. w. hervorgerufen werden können (s. später Reflexbewegungen). Die durch somatische Reize hervorgerufenen Bewegungen treten stets unwillkührlich ein und sind immer reflectirte, indem nämlich ein Reiz auf die in einem Organe ausgebreiteten Empfindungsnerven wirkt, sich von hier bis zu den Centralorganen oder bis zu den nächsten Ganglienkugeln fortpflanzt und dort, ohne das Organ des Bewusstseins und Willens erreicht zu haben, auf die Bewegungsfasern übergeht, welche sich in dem betreffenden contractilen Organe (mit glatten Muskelfasern oder contractilen Zellgewebsfasern) verzweigen. — Für die Leitung des Nervenprincips in den Bewegungsnerven lassen sich ganz dieselben Gesetze aufstellen, welche S. 550 über die Wirkung und Leitung der Reize in den Nerven aufgeführt wurden und aus den S. 387 beschriebenen Bewegungen zum grossen Theil hervorgehen (s. noch bei Gehirn und Rückenmark).

b. Empfindungs-Nervenfasern (sensuelle und sensitive). Diese Fasern, von denen die sensitiven in der Nähe ihres Ursprungs durch ein Ganglion treten, leiten in centripetaler Richtung, von den Organen zum Gehirne; der Eindruck, welchen sie durch Reizung ihrer peripherischen Enden erfahren, wird nur dann empfunden, wenn er bis zum Gehirne fortgepflanzt wird und durch Denken über ihn zum Selbstbewusstsein gelangt. [Man hat aber auch ausser diesem Gefühle mit Bewusstsein noch ein Gefühl ohne Bewusstsein oder ein Reflexgefühl angenommen, welches darin bestehen soll, dass auf angebrachte peripherische Reize, die nicht zum Gehirn, sondern nur bis zu den hintern Strängen des Rückenmarks gelangen und dort auf die vordern Stränge des Rückenmarks übergehen, zweckmässige Bewegungen zur Entfernung des Reizes folgen. Man schliesst aus der erfolgten Bewegung, dass ein richtiges Gefühl des vorangegangenen Reizes im Rückenmark statt gefunden haben müsse.] — Die Empfindungsnervenfasern verleihen den Theilen, in welchen sich ihre peripherischen Enden verbreiten, Empfindlichkeit, Sensibilität, welche entweder eine eigenthümliche, für Reize ganz besonderer Art (z. B. Licht, Schall u. s. w.), oder eine allgemeine, für mehrere verschiedene Arten von Reizen, ist. — Die Empfindungen, welche durch die Empfindungsnerven vermittelt werden, sind entweder äussere oder innere (s. bei Rückenmark *Budge's* Ansichten). Die sogenannten innern Empfindungen (das Gemeingefühl, *coenaesthesis*, Lebensgefühl, Lebenssinn) beziehen sich blos auf innere Zustände des Körpers und entwickeln sich aus dem somatischen Leben. Sie geben uns theils das Bewusstsein der körperlichen Existenz (Gefühl des Wohlseins und Unwohlseins, der Behaglichkeit u. s. w.), theils benachrichtigen sie uns von dem Grade und dem Maasse der Thätigkeit unserer Organe (Selbstgefühl), theils setzen sie uns von den physischen Bedürfnissen unseres Körpers und den Verhältnissen desselben zur Aussenwelt in Kenntniss (Nahrungstrieb, Athmungs- und Geschlechtstrieb). Die sogenannten äussern oder Sinnes-Empfindungen dienen dagegen zum Wahrnehmen der Aussenwelt, indem sie uns die Objecte derselben

in allen ihren besondern und eigenthümlichen Verschiedenheiten und in den mannichfaltigen Verhältnissen unter sich erkennen lassen. Sie sind für die Seele das, was die Aufnahme äusserer Stoffe für das körperliche Leben ist; die ihnen dienenden Nerven (Sinnesnerven) verbreiten sich mit ihren peripherischen Enden in besonderen Organen (Sinneswerkzeugen) und werden nur durch sogenannte adäquate Reize afficirt (s. in der Splanchologie bei den Sinnen). — Auf die Muskeln scheinen die Empfindungsfasern aber auch einen nicht unwesentlichen Einfluss zu äussern. Denn durchschneidet man die hintern, sensitiven Spinalwurzeln, so zeigt sich ausser der Gefühllosigkeit auch noch, dass die Bewegungen zwar vorhanden, aber nicht mehr gehörig geordnet und dass die Muskeln in der Ruhe auffallend schlaff sind, wohl aber bei der Contraction ihren Tonus wieder erlangen. Es dienen demnach die Empfindungsfasern in den Muskeln nicht blos dazu, um denselben ein Gefühl für die Zustände, in welche sie durch die Contraction versetzt werden, zu verleihen, sondern auch, um fortwährend den Tonus der Muskeln (d. i. die continuirliche Aeusserung der eigenthümlichen Muskelaction, ohne vom Willen zu bestimmter Contraction determinirt zu sein, wodurch in dem Muskel auch zur Zeit der Ruhe eine stete Fertigkeit zu Bewegungen, eine stete Spannung unterhalten wird) zu erhalten. Dadurch, dass die Empfindungsnerven fortwährend das Gefühl vom Zustande der Muskeln vermitteln, wird jede unpassende und unbequeme Lage derselben zum Bewusstsein gebracht und verbessert. Mittels ihrer wird das Centralorgan erregt und zu der entsprechenden Reaction veranlasst, wovon die zweckmässigen Bewegungen die Folgen sind *(Stilling)*.

a. Was die Gesetze betrifft, nach denen die Leitung der Wirkung in den Empfindungsnerven erfolgt, so sind sie zum grössten Theil dieselben, welche S. 552 aufgeführt wurden, und nach *Müller* folgende: 1) wenn ein Nervenstamm gereizt wird, so haben alle Theile, welche Zweige von dem Stamme erhalten, Empfindung der Reizung, und es ist eben so gut, als wenn alle letzten Aeste desselben gereizt werden. — 2) Die Reizung eines Nervenzweiges ist von Empfindung begleitet, die auf die Verbreitung dieses Zweiges beschränkt ist (wenigstens in der Regel), nicht von Empfindung in den Zweigen, die höher vom Stamme oder von demselben Plexus abgeben. — 3) Erhält ein Theil durch eine Nervenanastomose verschiedene Nerven gleicher Art, so kann nach der Lähmung des einen der andere Nerv nicht die Empfindung des ganzen Theiles unterhalten, vielmehr entspricht der Umfang der noch empfindlichen Stellen der Zahl der noch unversehrten Primitivfasern. — 4) Verschiedene Theile, in der Dicke eines Empfindungsnerven gereizt, bewirken dieselben Empfindungen, wie wenn verschiedene Endzweige dieser Theile des Stammes gereizt werden. — 5) Die Empfindungen der feinsten Nervenfasern, wie die der Nervenstämme, sind isolirt und vermischen sich nicht mit einander von der Peripherie bis zum Gehirne. — 6) Obgleich beim Druck auf einen Nervenstamm die Empfindungen an der Peripherie zu sein scheinen, wird doch ein heftiger Druck zugleich an der Druckstelle des Stammes empfunden. — 7) Wenn die Empfindung an der Peripherie durch Druck oder Durchschneidung vollkommen gelähmt ist, so kann der gereizte Stamm des Nerven noch Empfindungen haben, welche in den analogen Stellen der Peripherie zu sein scheinen. Deshalb helfen Durchschneidungen der Nerven bei Neuralgien nicht viel. — 8) Wenn das Glied, in welchem sich ein Nervenstamm verbreitet, durch Amputation entfernt ist, so kann der Stamm der Nerven, weil er das Ensemble der verkürzten Primitivfasern noch enthält, Empfindungen haben, als wäre das amputirte Glied noch vorhanden. Dies dauert durchs ganze Leben. — 9) Gleich wie sich die relative Lage der Primitivfasern an ihren Ursprüngen und in den Stämmen nicht ändert, wenn die relative Lage derselben an ihren peripherischen Enden sich verändert, so richten sich auch die Ortsempfindungen der Primitivfasern nach der Ordnung ihres Stammtheils oder Ursprungs und nicht nach der veränderten relativen Lage ihres peripherischen Endes. Eine künstliche Nase, aus der Haut der Stirn gebildet, hat, so lange die Communicationsbrücke an der Nasenwurzel noch nicht durchschnitten ist, dieselbe Empfindung, als wäre sie Stirnhaut *(Lisfranc)*. — Merkwürdig und noch unerklärt ist aber *a)* warum man eine Empfindung, einen Schmerz nur an der Stelle der Einwirkung des Reizes und nicht längs des ganzen Verlaufes der gereizten Nervenfaser empfindet; und *b)* warum ein Reiz, auf den Verlauf einer sensitiven Nervenfaser wirkend, sich nicht blos nach den Centralorganen hin fortpflanzt, sondern auch das Gefühl des Reizes an den peripherischen Endpunkten dieser Faser gibt.

b. Irradiation der Empfindungen, Mitempfindungen, d. i. wenn eine Empfindung eine andere erregt oder die Empfindungen sich krankhafter Weise weiter als die afficirten Theile ausbreiten. — Hierher kann man rechnen: die Erregung des Kitzels in der Nase beim Sehen in helles Licht, die ausgedehnten Empfindungen von einer beschränkten durch Kitzeln erregten Stelle, die ausgedehnten Empfindungen von Reizung der äussern Geschlechtstheile beim Coitus, bei einem in der Nähe gefallenen Schusse (Schauergefühl), beim Beissen auf sandige Substanzen, beim Hören gewisser Töne. In Krankheiten kommen die Mitempfindungen weit häufiger vor, was im gesunden Leben sehr unangenehm sein würde. — Es lassen sich 2 Erklärungen dieser Empfindungen aufstellen: 1) man erklärt sie aus vorausgesetzten Eigenschaften der Ganglien der Empfindungsnerven (die sie an ihrer Wurzel haben), indem hier deren Empfindung von einer Faser auf die andere überspringt, was aber nur bei heftigern Empfindungen der Fall ist. — 2) Man nimmt eine Reflexion des Reizes von einer Empfindungsfaser auf die andere im Rückenmarke oder Gehirne, anstatt im Ganglion an; und dies ist wohl die richtigere Erklärung.

c. Vermischung oder Coincidenz mehrerer Empfindungen. Die Schärfe und Deutlichkeit der Empfindungen scheint von der Zahl der Primitivfasern abzuhängen, welche sich in einem Theile verbreiten; je sparsamer diese Fasern aber einem Organe zugetheilt sind, um so eher wirken die Eindrücke auf mehrere nahe liegende Theile nur auf eine einzige Primitivfaser, und um so leichter müssen diese Eindrücke auf verschiedene Theile der Haut mit einander verwechselt werden. Die merkwürdigste und nur einmal im Körper vorkommende Vermischung der Empfindungen findet zwischen dem

Sehnerven der rechten und linken Seite statt. — *Weber* hat, um den Grad der Schärfe der Empfindungen (des Tastsinnes) an den verschiedenen Stellen des Körpers zu messen, folgende Versuche gemacht: er berührte die Haut bei verschlossenen Augen mit den Schenkeln eines Stangencirkels, dessen Enden mit Korkstöpseln versehen waren und suchte dann, bei welcher Entfernung der beiden Schenkel diese Entfernung bemerkt werden konnte. So fand er aus zahlreichen Versuchen, dass die Zungenspitze und die Enden des 3. Fingergliedes die deutlichsten Empfindungen haben, indem von ersterer schon eine Entfernung von $\frac{1}{2}'''$, von letzteren von $1'''$ bemerkt wurde; dagegen gehörten am Rückgrathe und in der Mitte des Armes oder Schenkels $30'''$ dazu. Die feinste Empfindung der Distanzen findet auf der Retina statt. Uebrigens hängt die Deutlichkeit der Empfindung nach *W.* nicht von der Gegenwart und Zahl der Papillen, sondern wohl von der Zahl, dem Laufe und der Endigung der Nervenfäden ab. — *Valentin*, welcher *Weber's* Versuche mit Mehrern wiederholte, fand: die Empfindung in verschiedenen Menschen kann an ein und derselben Stelle um das Doppelte feiner sein; die Zungenspitze hat bei allen das feinste Gefühl; die Theile, welche gekitzelt die grösste Wollust und auch bei Verletzungen den grössten Schmerz empfinden, besitzen einen fast stumpfen Gefühlssinn; die obern Extremitäten übertreffen die untern stets etwas an Feinheit des Gefühls; die vordere Fläche des Kopfes, Halses und Rumpfes fühlt feiner, als die hintere; bei den untern Extremitäten hat die linke Seite, am Arme, Halse und bis zu den Lippen die rechte Seite, an den übrigen Theilen des Kopfes wieder die linke Seite ein feineres Gefühl; nasse Haut fühlt weniger fein als trockene, eben so sehr heisse und kalte; die Theile haben ein stumpferes Gefühl, deren Nerven durch viele Ganglien treten (s. *Valentin de functionibus nervorum*).

Functionen der Hirnnerven. Diese Nerven sind ihrer Function nach sensuelle, sensitive und motorische; einige derselben werden in ihrem Verlaufe durch Beimischung von Fasern, die eine andere physiologische Bedeutung als die Fasern des Mutterstammes haben, zu gemischten Nerven.

1) **Geruchsnerv**, *nerv. olfactorius*, 1ster Hirnnerv (s. B. I. S. 482), der sich blos in der Nasenschleimhaut verbreitet, ist ein reiner Sinnesnerv; er besitzt nur das Vermögen, Geruchsempfindungen zu vermitteln, nicht aber Bewegungen und Schmerzensperceptionen hervorzurufen, denn seine Durchschneidung erregt nicht den geringsten Schmerz. Höchst wahrscheinlich ist dieser Nerv der einzige Vermittler des Geruches, und die Nasenzweige des Trigeminus erregen als allgemeine Empfindungsnerven nur besondere Arten der Tastgefühle, wie Jucken, Kitzel, Beissen u. s. f. Auch ohne äussern Anlass aus innern Gründen entstehen bisweilen Geruchsempfindungen (subjective), deren Ursache (Reizung des Riechnerven) meistens am peripherischen oder centralen Ende des *nerv. olfactorius* liegt. Die letzte Endigung des Geruchsnerven ist noch unbekannt. (Weiteres s. beim Geruchsorgan.)

2) **Sehnerv**, *nerv. opticus*, 2ter Hirnnerv (s. Bd. I. S. 483), welcher sich im Innern des Augapfels als Retina endigt, ist ebenfalls reiner Sinnesnerv und der einzige Nerv, der das Sehen vermittelt. Seine Durchschneidung sowie die Verletzung der Retina veranlasst keinen Schmerz, wohl aber, wie jede Reizung dieser oder jenes, subjective Lichtempfindung. Der Trigeminus hat nur insofern Antheil am Sehen, als er die Fasern führt, welche den Nutritionsprocess des Auges reguliren. (Weiteres s. beim Sehorgane.)

3) **Gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv**, *nerv. oculomotorius*, 3ter Hirnnerv (s. Bd. I. S. 484), hauptsächlich für dem *m. rectus oculi superior, inferior* und *internus*, *m. obliquus inferior* und *levator palpebrae superioris*, sowie für die Iris und andere innere Theile des Auges (durch die Ciliarknoten und die Ciliarnerven) bestimmt, scheint aber auch dem *m. obliquus superior* und *rectus externus* feine Aestchen zuzuschicken (*Fick* u. *Fäsebeck*). Dieser Nerv, von Haus aus wohl ein reiner Bewegungsnerv, soll nach *Valentin* schon in seiner Wurzel Empfindungsfasern enthalten, nach *Longet* dagegen nicht; wahrscheinlich bekommt er erst vom Trigeminus sensitive Fasern (durch die *radix brevis* aus dem Ciliarknoten) und wird so zu einem gemischten Nerven. — Die meisten Muskeln, welche vom Oculomotorius mit Zweigen versorgt werden, haben eine ausgesprochene Tendenz zur Mitbewegung, denn wenn an dem einen Auge einer dieser Muskeln thätig wird,

erfolgt dieselbe Wirkung des gleichnamigen Muskels im andern Auge (mit Ausnahme des *m. rectus internus*). Auch in der Iris zeigen sich Mitbewegungen, denn stellt man das Auge nach innen und oben (durch den *m. obliquus inferior*), so verengert sich die Pupille. Im Schlafe, bei Krämpfen, im Todeskampfe, wo das Auge nach innen und oben steht, contrahirt sich die Iris. Die Lähmung des ganzen Oculomotorius veranlasst Ptosis, Schielen nach aussen und die Unmöglichkeit, die Pupille irgend anders als nach unten und aussen zu stellen, die Pupille ist erweitert und die Iris unbeweglich. Bisweilen entsteht auch Schief- oder Doppeltsehen, während die Gesichtsschärfe selbst etwas abnimmt; das Accommodationsvermögen ändert sich dagegen nur wenig. Häufig findet sich nur der *m. levator palpebrae superioris* gelähmt und dadurch das obere Augenlid herabgesunken, ohne emporgehoben werden zu können (Ptosis).

4) **Rollmuskelnerv**, *nerv. trochlearis*, 4ter Hirnnerv (s. Bd. I. S. 485), nur für den *m. obliquus superior* des Augapfels bestimmt, enthält grösstentheils motorische und wahrscheinlich nur sehr wenig sensitve Fasern, die erst vom Trigeminus kommen, da seine Communication mit diesem eine constante ist. — Die Lähmung des Trochlearis, welche für sich allein sehr selten, häufiger noch mit Paralyse des 3. oder 6. Hirnnerven vorkommt, erzeugt (nach *Szokalski*): Unvermögen, das Auge in der Augenhöhle zu rollen; Doppeltsehen mit über einander stehenden Bildern (das kranke Auge gibt das untere Bild); Verschwinden des Doppeltsehens, wenn der Kopf auf die Seite des gesunden Auges geneigt wird.

5) **Dreigetheilter Nerv**, *nerv. trigeminus*, 5ter Hirnnerv (s. Bd. I. S. 486), welcher in seiner starken, das *ganglion Gasseri* bildenden Wurzel nur sensitive, in der schwachen nur motorische Fasern (für die Kaumuskeln) enthält, ist durch seinen 1. und 2., aus dem Ganglion entspringenden Ast Empfindungsnerv, in dem 3. Aste dagegen, welcher eben sowohl zum Theil aus Fasern des Ganglion, wie aus der kleinen Bewegungs-Portion des Stammes besteht, ein gemischter Nerv. Die Zweige des 3. Astes sind entweder rein motorischer, oder rein sensitiver, oder gemischter Natur. Ausser den sensitiven und motorischen Fasern enthalten die Zweige des Trigeminus aber auch noch viele organische Fasern, welche zum grossen Theil vom Gasserschen Knoten entspringen. Deshalb leidet auch bei Lähmungen im Bereiche des Trigeminus die Nutrition in den Theilen, wo dieser Nerv sich verbreitet. Es verhalten sich sonach die beiden Portionen des Trigeminus zu einander, wie eine hintere zur vordern Wurzel eines Rückenmarksnerven (die grössere Portion leitet gleich einer hintern Wurzel nur Empfindungs-, die kleinere Portion analog einer vordern Wurzel nur Bewegungseindrücke). Der Gasser'sche Knoten hat die Bedeutung eines Spinalganglions. Der Trigeminus beherrscht nicht nur die Sensibilität der Haut des Gesichtes, sondern auch die der 4 höhern Sinneswerkzeuge.

a. **Augenast** (s. Bd. I. S. 487), welcher mit dem *nerv. oculomotorius, trochlearis, abducens* und *plexus cavernosus* anastomosirt und nur Empfindungsnerv ist, vermittelt *α*) durch seinen Stirnast: die Empfindung in der Schleimhaut der Stirnhöhlen, in der Umgebung der Trochlea, Bindehaut, am obern Augenlide und an der Stirn; *β*) durch den Thränenast: die Empfindung der Iris, Thränendrüse, Bindehaut, der Haut am äussern Augenwinkel bis gegen die Schläfe (durch den *nerv. zygomaticus*); *γ*) durch den Nasenast: die Empfindung der Regenbogenhaut und der andern innern Theile des Auges, der Cornea und Conjunctiva; der Schleimhaut der Stirnhöhlen, Siebbeinzellen, Nasenhöhle, sowie der Haut der äussern Nase und Stirn; der Thränenkarunkel, des Thränensackes, des obern Augenlides am innern Augenwinkel. — Bei Lähmungen dieses Astes treten in Folge der Paralyse der organischen Fasern desselben vorzugsweise Abweichungen in den Ernährungserscheinungen des Auges ein; dieses wird voller und entzündet sich, besonders erreicht in der Conjunctiva und Iris die Entzündung einen sehr heftigen Grad; es bilden sich starke Opthalmoblennorrhöe, Erosionen und Geschwüre der Cornea, Verdunklung der letztern, nach und nach selbst Zerstörung aller innern Theile des Bulbus. — Ausserdem sind natürlich die Haut und Schleimhaut, sowie überhaupt die vorher genannten Theile, zu denen der Augenast seine Zweige schickt, unempfindlich; Berührung und Reibung der Bindehaut erzeugt keinen Thränenfluss und keine Reflexbewegung des Bulbus und der Augenlider.

b. **Oberkieferast** (s. Bd. I. S. 490), welcher mit dem *nerv. abducens* und *facialis* (durch den *nerv. Vidianus*), mit dem *plexus cavernosus* und *caroticus*, sowie mit Zweigen des Augenastes (mit dem *nerv. lacrymalis*, und durch die untere mittlere Wurzel mit dem *ganglion ciliare*) und Unterkieferastes (mit dem *ganglion oticum*) anastomosirt, ist eben-

falls ein **reiner Empfindungsnerv** und vermittelt: *α*) durch den **Wangenhautast**, die Empfindung an der Haut am äussern Theile der Stirn, am untern Theile der Schläfe und an der Wange; *β*) durch den **Sphenopalatinus**: die Empfindung in der Schleimhaut der Keilbeinhöhlen, der hintern Siebbeinzellen, der Nasenhöhle, der Eustachschen Trompete, des obersten Theiles des Schlundkopfes in der Gegend der Choanen, des Gaumens, Zahnfleisches; *γ*) durch den **hintern Zahnast**: die Empfindung der Schleimhaut der Highmorshöhle, der hintern obern Backzähne und des Zahnfleisches derselben; *δ*) durch den **Unteraugenhöhlenast**: die Empfindung in der Schleimhaut der Nasenhöhle, des Thränenkanals, am harten Gaumen, in den obern Schneide-, Eck- und vordern Backzähnen, in der Haut des untern Augenlides, der Backe, der Oberlippe, des Nasenflügels.

c. **Unterkieferast** (s. Bd. I. S. 495), welcher, abgesehen von seiner Verbindung mit dem Oberkieferaste des Trigeminus und dem *plexus caroticus*, mit dem *nerv. facialis, glossopharyngeus, vagus* u. *hypoglossus*, anastomosirt, ist ein **gemischter**, aus Empfindungs- und Bewegungsfasern zusammengesetzter Nerv. Er vermittelt *α*) durch **Zweige des Ohrknotens**: ebensowohl die **Empfindung** in der Haut der Schläfe- und vordern Ohrgegend, wie die **Bewegung** des *m. levator* und *tensor palati mollis, tensor tympani* und *pterygoideus internus*; *β*) durch den **vordern Ohrnerven**: die **Empfindung** in der Haut über dem Kiefergelenke, der Parotis, des äussern Ohres, der Schläfegegend und des äussern Gehörganges, sowie des Trommelfelles; *γ*) durch den **Zungenast**: die **Empfindung** in der Mandel, in der Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle und seitlich von der Zungenwurzel vor dem Aste des Unterkiefers, in der Schleimhaut der ganzen Zunge; vielleicht die **Bewegung** des *m. levator* und *tensor veli palatini* und *pterygoideus internus*; *δ*) durch den **untern Zahnnerven**: die **Empfindung** in den Zähnen und dem Zahnfleische des Unterkiefers, an der Aussen- und Innenfläche der Unterlippe und in der Haut des Kinnes; sowie die **Bewegung** im *m. pterygoideus internus, mylohyoideus, digastricus* (vorderen Bauche); *ε*) durch den **obern oder Bewegungsast**: die **Empfindung** an der Aussen- und Innenfläche der Backe und in der Haut über dem Masseter, sowie die **Bewegung** des *m. temporalis, pterygoideus externus* und *internus, masseter*. Wahrscheinlich steht dieser Unterkieferast durch die Fäden, welche er zu den Speicheldrüsen und Speichelgängen schickt, auch der Empfindung und Reflexbewegung in denselben mit vor (neben dem *nerv. facialis*).

Der Trigeminus bildet sonach den Sensibilitätsnerven des Seh-, Hör-, Riech- und Geschmacksorganes, sowie für die Haut des Gesichtes (wo er auch die Veränderungen der Farben bei Gemüthsaffectionen hervorruft). Auch verlaufen zahlreiche Fäden desselben zu der Beinhaut der Augenhöhle, der Knochennetze des Ober- und Unterkiefers, der Paukenhöhle, des Zitzenfortsatzes, der Speicheldrüsen und ihrer Ausführungsgänge. Seinen motorischen Einfluss erstreckt der Trigeminus ausser auf die Kaumuskeln noch auf den *m. mylohyoideus* und *digastricus*, sowie vielleicht auf den *m. buccopharyngeus, mylopharyngeus, tensor palati mollis* und *tensor tympani*.

6) Aeusserer Augenmuskelnerv, *nerv. abducens*, 6ter Hirnnerv (s. Bd. I. S. 500), welcher mit dem Trigeminus, Sympathicus und bisweilen mit dem Oculomotorius anastomosirt, ist höchst wahrscheinlich reiner Bewegungsnerv, und zwar für den *m. rectus oculi externus*. Vielleicht schickt er auch Bewegungsfasern durch den *nerv. nasociliaris* zur Iris und zum Ciliarsysteme; in seltenen Fällen gibt er selbst eine Wurzel zum Ciliarknoten.

7) Gesichtsnerv, *nerv. facialis*, 7ter Hirnnerv (s. Bd. I. S. 500), welcher mit dem Acusticus, Trigeminus, Glossopharyngeus, Accessorius, Vagus, Sympathicus und dem 3. und 4. Halsnerven anastomosirt, ist von Haus aus reiner Bewegungsnerv, erhält aber in seinem Verlaufe Empfindungsfäden, hauptsächlich vom Trigeminus und Vagus. Schon während seines Durchtrittes durch den Fallopischen Kanal werden ihm sensitive Fasern des Trigeminus durch die *nn. petrosi superficiales (major* u. *minor)* und die *chorda tympani*, sowie durch den *ramus auricularis nervi vagi* zugemischt. In noch höherem Maasse vereinigt er sich aber mit sensibeln Fäden (des Trigeminus und der übrigen empfindenden Nerven des Gesichts, Hinterhauptes und Halses) während seiner Verbreitung am Kopfe und Halse. Der Facialis verbreitet sich: in einem Theile des weichen Gaumens *(tensor palati mollis?)*, im Ohr *(m. stapedius, tensor* und *laxator tympani?)*, am äussern Gehörgange, am äussern Ohre und dessen kleinern und grössern Muskeln, in den Speicheldrüsen und deren Ausführungsgängen, in den Drüsen des hintern Theiles der Mund- und Rachenschleimhaut, in sämmtlichen Muskeln des Antlitzes (mit Ausnahme der Kaumuskeln), im *m. occipitalis, digastricus* (hinterem Bauche), *stylohyoideus* und im obersten Theil des Platysmamyoides. Seine Endigung fällt aber ebensowohl in die Blutgefässe und Haut, wie in die Muskeln und Drüsengänge. — Durch die Verbindung des Facialis mit den *nn. petrosi*

scheinen ebensowohl sensitive Fasern des Trigeminus in den Gesichtsnerven, wie umgekehrt motorische Fäden aus diesem in jenen überzutreten; die letzteren, deren Bestimmung schwer zu ermitteln ist, gehen nach dem *ganglion sphenopalatinum* und *oticum*, vielleicht zu den Muskeln des weichen Gaumens. Ein eben solcher Austausch der Fasern geht durch die *chorda tympani* vor sich; die motorischen Fasern derselben sind, abgesehen vom Hammermuskel, für das *ganglion linguale* bestimmt und leiten die Bewegungen in der *glandula submaxillaris* und *sublingualis*, sowie in den Drüsen der benachbarten Mundschleimhaut. — Der Antlitznerv ruft die mimischen Bewegungen des Gesichtes hervor (mimischer Nerv), sowie er auch den Bewegungen der Nasenflügel, Backen und Lippen beim Athmen vorsteht (weshalb er auch Athmungsnerv des Gesichts von *Ch. Bell* genannt wurde). Indirect übt er insofern Einfluss auf die meisten Sinnesfunctionen aus, als er die beweglichen Apparate derselben mit Fasern versieht.

8) **Gehörnerv**, *nerv. acusticus*, 8ter Hirnnerv (s. Bd. I. S. 503), ist ein reiner Sinnesnerv und vermittelt blos das Hören. Ob sein Schneckenast an und für sich andere Töne percipire, als der Vorhofsast, ist nicht bekannt, aber kaum wahrscheinlich. (Weiteres s. beim Gehörorgane.)

9) **Zungenschlundkopfnerv**, *nerv. glossopharyngeus*, 9ter Hirnnerv (s. Bd. I. S. 504), verbreitet sich mit seinen Zweigen in der Schleimhaut des obersten Theiles des Schlundkopfes (an dessen Hinter- und Seitenwand, in der Nähe der Mündung der Ohrtrompete), der Gaumenbögen bis gegen die Zungenwurzel und den Kehldeckel hin, der Mandeln und in der Schleimhaut des Zungenrückens bis zur Zungenspitze; auch zur Paukenhöhle schickt er einen Ast. Er scheint ebensowohl sensueller, wie sensitiver und durch spätere Zumischung von motorischen Fasern auch Bewegungsnerv zu sein; denn er soll nach Vielen ausschliesslich den Geschmack vermitteln, doch auch bei seiner Durchschneidung Schmerz erregen und zur Zusammenziehung des *m. constrictor faucium medius* und *stylopharyngeus* beitragen.

10) **Lungen-Magennerv**, *nerv. vagus*, 10ter Hirnnerv (s. Bd. I. S. 506), welcher seiner vielen sympathischen Fasern wegen, die zum Theil aus dem *plexus gangliiformis* entspringen, mehr dem System der organischen als animalen Nerven angehört, verbreitet sich am äussern Ohr und äussern Gehörgange, am Schlundkopfe, Kehlkopfe, an der Schilddrüse, der Luftröhre, den Lungen, dem Herzen und den grossen Gefässen, der Speiseröhre und dem Magen, sowie in den Geflechten der Eingeweidearterien. Er anastomosirt mit dem Vagus der andern Seite, dem Trigeminus, Gesichtsnerven, dem Glossopharyngeus, dem Accessorius und Hypoglossus; ferner mit den Halsnerven und dem Sympathicus. — Man glaubte früher, dass der Vagus ursprünglich ein sensitiver Nerv sei und erst durch den Accessorius (der sich, wie die kleine Portion des Trigeminus an das Gassersche Ganglion oder, wie die vordere Wurzel der Rückenmarksnerven an das Spinalganglion, so an das *ganglion iugulare vagi* anlegen sollte) motorische Fasern erhalte. Allein nach neueren Beobachtungen schliesst der Vagus schon an seinem Ursprunge motorische Elemente ein, welche am Jugularknoten vorbeigehen, ohne an dessen Bildung Theil zu nehmen. Sonach ist der Vagus ein gemischter Nerv. Er vermittelt die Empfindung: in der Haut des äussern Gehörganges, in der Schleimhaut des Schlundkopfes, zum Theil des weichen Gaumens, des Kehlkopfs, der Luftröhre und der Lungen, der Speiseröhre, des Magens und der Innenhaut des Herzens. Die sensitiven Qualitäten des Vagus sollen sich nach Einigen auch im Hunger und Durste, im Sättigungsgefühle und Athmungsbedürfnisse äussern, dem aber von Andern widersprochen wird. Die vom Vagus abhängigen Bewegungen zeigen sich: in den Gaumenmuskeln (*levator palati, azygos uvulae)*, Schlundkopfschnürern, in sämmtlichen Kehlkopfsmuskeln, in den contractilen Fasern der Lungen, der Musculatur der Speiseröhre, des Magens und des Herzens. Nach *E. Weber* wird durch die gleichzeitige Reizung beider *nervi vagi* die Bewegung des Herzens ver-

langsamt oder völlig zum Stillstande gebracht (s. S. 492); dagegen werden die Muskeln des Magens und der Gedärme in Bewegung gesetzt.

11) **Beinerv**, *nerv. accessorius Willisii*, **11ter Hirnnerv** (s. **Bd. I. S. 511**), ist ursprünglich rein **motorischer** Nerv, wird aber bald in seinem Verlaufe mit empfindenden Fasern, vom Vagus und ersten Halsnerven, versehen. Er vermittelt die **Empfindung** in der Hals-Nackenhaut, und die **Bewegung** des *m. sternocleidomastoideus* und *cucullaris*. Die Fäden des Accessorius, welche sich dem Vagus beimischen, helfen die Bewegungen des Schlundkopfes, Kehlkopfes, der Speiseröhre und des Herzens hervorrufen.

12) **Zungenfleischnerv**, *nerv. hypoglossus*, **12ter Hirnnerv** (s. **Bd. I. S. 512**), verbreitet sich hauptsächlich in der Musculatur der Zunge (*m. lingualis*), ferner in den an die Zunge, das Zungenbein und den Kehlkopf gehefteten Muskeln (*m. genioglossus*, *styloglossus* und *hyoglossus; geniohyoideus, omohyoideus, sterno-* und *thyreohyoideus; sternothyreoideus*), sowie in der Unterkiefer- und Unterzungendrüse. Er anastomosirt mit dem Trigeminus, Vagus, Accessorius, den obersten 3 bis 4 Halsnerven, dem Zwerchfellsnerven und Sympathicus. Der Hypoglossus ist ursprünglich **rein motorisch**, nimmt aber sehr bald Empfindungsfäden auf (vom Vagus und den Halsnerven). Die einzelnen Zungenmuskeläste desselben sind wenig oder gar nicht empfindlich; überhaupt steht der Hypoglossus fast ausschliesslich den Bewegungen der Zunge vor und hat weniger Einfluss auf die Halsmuskeln, denn der *ramus descendens* gehört hinsichtlich seiner Fasern mehr den Halsnerven als dem Zungenfleischnerven an.

II. Functionen der Rückenmarks-Nerven.

Die **Spinalnerven** bestehen ebensowohl aus Fasern, die im Gehirne entspringen und nur durch das Rückenmark hindurch in die Nerven laufen, wie auch aus solchen Primitivröhren, die ihren Ursprung in der *medulla spinalis* selbst haben, also aus **cerebralen**, der Empfindung und willkührlichen Bewegung dienenden Fasern, und aus **spinalen**, welche der Zuleitung von Reizen zum Rückenmarke und der von diesem abhängigen unwillkührlichen Bewegungen vorstehen. — Die Spinalnerven entspringen, wie Bd. I. S. 513 gezeigt wurde, mit 2 **Wurzeln**, mit einer hintern und einer vordern, aus dem Rückenmarke. Nach *Charles Bell's* Entdeckung (i. J. 1811) sind beide Wurzeln von verschiedener physiologischer Bedeutung, denn die **hintere**, mit einem Ganglion (*ganglion spinale*) versehen, leitet nur die Empfindung, die **vordere**, welche sich nur an das Ganglion anlegt, ohne in dasselbe einzugehen, dient dagegen nur der Bewegung. *Magendie's*, von *Kronenberg* und *Volkmann* bestätigte Versuche lehren, dass ein Theil der Fasern der hintern Wurzel, nahe an dem Vereinigungspunkte beider Wurzeln, in die vordere Wurzel übergeht, so dass also empfindende Fasern aus dem vordern Rückenmarksstrange durch die beiden Wurzeln in den hintern Strang übertreten. Ausserdem stehen beide Wurzeln stets noch mit dem Sympathicus durch einen Verbindungsast im Zusammenhange (s. später bei dem organischen Nervensysteme). Sobald der nun aus sensibeln und motorischen Fasern gemischte Spinalnervenstamm durch das Intervertebralloch herausgetreten ist, spaltet er sich in einen vordern und einen hintern Ast; ersterer, welcher sich in einem grössern Bezirke verbreitet, ist vorzugsweise sensibel; letzterer ist vorzüglich auf die Nacken-Rückenmuskeln beschränkt und deshalb zum grössten Theile motorisch.

Der Bezirk, in welchem die Rückenmarksnerven herrschen, ist, wenn man von ihrem Antheile an dem sympathischen und ihren Anastomosen mit einzelnen Hirnnerven absieht, fast ausschliesslich auf den Rumpf und die Extremitäten beschränkt. Nur der grosse und kleine Occipital- sowie grosse Ohrnerv machen hiervon eine Ausnahme.

I. **Halsnerven**, *nervi cervicales* (s. Bd. I. S. 515), 8 Paare, von denen das 1. früher als Hirnnerv angesehen und mit dem Namen *nerv. suboccipitalis* belegt wurde. **Wurzeln**: die Wurzeln des 1. Paares verlaufen schief nach oben, die des 2. quer, die der übrigen Paare ein wenig schräg abwärts. Die hintern Wurzeln (besonders des vorzugsweise sensibeln 2. Halsnerven) sind (mit Ausnahme der des vorzugsweise motorischen 1. Halsnerven) beträchtlicher ausgebildet, als die vorderen. Die Verbindung der hintern Wurzeln des 1. und 2. Halsnerven ist nach *Longet* durchaus nicht constant, und das angeblich durch die Verbindung mit dem 1. Halsnerven gebildete Knötchen ist nur das einfache Resultat der Uebereinanderlagerung beider Nerven, ohne graue Masse. **Stämme**: die Stärke der Stämme nimmt bis zum 5. Paare zu und bleibt sich für die 3 letzten gleich; sie verlaufen schräg abwärts hinter der *art. vertebralis* und in diesem Verlaufe verbindet sich der 3. bis 6. Halsnerv mit dem Wirbelzweige des Sympathicus. Der Stamm des 1. Halsnerven liegt weiter nach hinten, als der der übrigen. — **Verbreitung**: die Halsnerven verbreiten sich in der Haut und den Muskeln am hintern, seitlichen (am Ohr) und untern Theile des Kopfes, des Halses und Nackens, der Schulter, des seitlichen Theiles des Thorax und der obern Extremität; ferner geben sie den Organen der Brusthöhle und dem Zwerchfelle Nerven. Fasern der Halsnerven treten nach *Valentin* nach der *lex progressus* (s. S. 543) durch den Halstheil des Sympathicus, den Splanchnicus und Vagus zum Pharynx und obersten Theile des Schlundes (von den 2 bis 3 obersten Halsnerven), zum Herzen (von den 3 bis 4 obern Halsnerven), zum untern Theil des Schlundes (4. bis 6. Halsnerv) und zum Magen (4. bis 7. Halsnerv). Die gegenseitige Schlingenbildung, welche mit Ausnahme der Brustnerven den Spinalnerven zukommt, macht es fast unmöglich, jedes einzelnen dieser Stämme speciellen Wirkungskreis genau zu bestimmen.

1ster Halsnerv, schickt durch seinen **vordern** Ast: **sensible** Fasern zum obersten Theil des Halses, motorische zum *m. rectus capitis lateralis, anticus major* und *minor*; sodann Fasern zur *art. vertebralis* und zum Hinterhauptsgelenke. — **Hinterer** Ast: **sensible** Fasern zum obersten Theil des Nackens, **motorische** zum *m. rectus capitis lateralis, posticus major* und *minor, obliquus capitis superior* und *inferior, complexus*.

2ter Halsnerv, gibt durch seinen **vordern** Ast: **sensible** Fasern zum obersten Theile des Halses, **motorische** zum *m. capitis anticus major, intertransversarius primus, scalenus medius*, obersten Theil des *levator scapulae* und *sternocleidomastoideus*. — **Hinterer** Ast (mit dem *nerv. occipitalis magnus*): **sensible** Fasern zum obersten Theile des Nackens, zur Hinterhaupts- und Scheitelgegend, **motorische** zum *m. biventer cervicis, cucullaris, occipitalis*.

3ter Halsnerv, schickt durch seinen **vordern** Ast (mit *nerv. occipitalis minor, auricularis superior* und *magnus, subcutaneus colli medius* und *inferior*): **sensible** Fasern zur Haut an und unter dem Ohre, am Unterkiefer, Kinne, zum obersten, mittlern und untern Theile des Halses, zur Haut des Nackens, Hinterhauptes, der Hinterohrgegend, des Ohres und äussern Gehörganges; **motorische** Fasern zu den obersten *mm. intertransversarii*, zum *m. scalenus medius, rectus capitis anticus major, longus colli, levator scapulae, splenius capitis, sternocleidomastoideus, platysmamyoides, retrahentes auriculae, occipitalis*. Er nimmt auch Antheil an der Musculatur der Zunge, am *nerv. phrenicus*, an den Geflechten des Herzens und der Brusthöhle überhaupt (vielleicht auch an den Bewegungen der untern und hintern Antlitzmuskeln). Er schickt ferner Fäden zur *art. vertebralis, ven. iugularis externa*, zur Ohrspeichel- und Schilddrüse. — **Hinterer** Ast: **sensible** Fäden zum mittlern Theil des Nackens; **motorische** zum *m. transversalis, biventer* und *semispinalis cervicis, trachelomastoideus, complexus, splenius capitis, obliquus capitis inferior, multifidus spinae, interspinales, cucullaris*.

4ter Halsnerv, schickt durch seinen **vordern** Ast (mit dem *nerv. phrenicus* und den *nn. supraclaviculares*): **sensible** Fäden zur Haut des Halses, der Schlüsselbein-, obern Brustbein-, Schulter- und untern Nacken- sowie obern Rückengegend; **motorische** zum *m. rectus capitis anticus major, longus colli, scalenus medius, levator scapulae, intertransversarii, platysmamyoides, cucullaris, omohyoideus*. — **Hinterer** Ast: **sensible** Fasern zur Haut am untern Theile des Nackens, **motorische** zum *m. multifidus spinae, transversalis cervicis, trachelomastoideus, biventer, complexus, semispinalis colli splenius capitis, cucullaris*.

Zwerchfellsnerv, *nerv. phrenicus* (s. Bd. I. S. 518), ist der motorische Nerv des Zwerchfells, doch enthält er auch sensitive Fasern, sowie organische für: *ven. iugularis interna*, *art.* und *ven. subclavia*, *mammaria interna*, Thymus, vordere Mittelfelldrüsen, Herzbeutel, grosse Gefässe des Herzens; er nimmt Antheil am Sonnen- und Lebergeflechte. Es ist der *nerv. phrenicus* nicht der einzige Nerv, welcher das Diaphragma mit Fäden versorgt, auch der 6. bis 11. Brustnerv geben Zweige an dasselbe, sowie ferner die obersten Halsnerven durch den *ramus descendens hypoglossi* und dessen Endast *(nerv. phrenicus secundarius)*.

5ter Halsnerv, gibt durch seinen **vordern** Ast (mit dem *nerv. dorsalis scapulae* und *suprascapularis*), welcher Antheil am Armgeflechte und *nerv. phrenicus* nimmt: sensible Fäden zur Haut am untern Theile des Halses, motorische zum *m. longus colli*, *rectus capitis anticus major*, *scalenus medius*, *subclavius*, *serratus anticus major*, *levator scapulae*, *rhomboideus major* und *minor*, *serratus posticus superior*, *supra–* und *infraspinatus*. — **Hinterer** Ast: sensible Fasern zur Haut am untersten Theil des Nackens; motorische zum *m. cervicalis descendens*, *transversalis* und *biventer*, *trachelomastoideus*, *multifidus spinae*, *semispinalis cervicis*, *splenius capitis*.

6ter Halsnerv, schickt durch seinen **vordern** Ast (mit dem *nerv. thoracicus posterior s. respiratorius externus*), welcher Antheil an der Bildung des Armgeflechtes und des *nerv. phrenicus* nimmt; sensible und motorische Fasern an den *plexus brachialis*, sowie von letzteren einige zum *m. longus colli*, *rectus capitis anticus major*, *scalenus anticus* und *medius*, *serratus anticus major*. — **Hinterer** Ast: sensible Fasern zur Haut am obersten Theile des Rückens, motorische zum *m. cervicalis descendens*, *transversalis*, *trachelomastoideus*, *multifidus spinae*, *semispinalis* und *biventer cervicis*, *splenius capitis*, *cucullaris*.

7ter Halsnerv, gibt durch seinen **vordern** Ast, welcher auch zur Bildung des *nerv. phrenicus* beiträgt, sensible und motorische Fäden zum Armgeflechte, sowie motorische auch noch zum *m. scalenus anticus*, *medius* und *posticus*, *serratus anticus major*. — **Hinterer** Ast: sensible Fasern zur Haut über dem Schulterblatte; motorische zum *m. transversalis cervicis*, *cervicalis descendens*, *complexus*, *multifidus spinae*, *semispinalis*, *splenius capitis*, *serratus posticus superior*, *rhomboideus*, *cucullaris*.

8ter Halsnerv, schickt durch seinen **vordern** Ast sensible und motorische Fäden zum Achselgeflechte, sowie motorische auch noch zu den *mm. scaleni*. — **Hinterer** Ast (der kleinste aller hinteren Spinaläste): sensible Fäden zur Haut in der Nähe der Dornfortsätze am obersten Theile des Rückens; motorische zum *m. multifidus spinae* und *semispinalis*.

Armgeflecht, *plexus brachialis* **(s. Bd. I. S. 521), zerfällt in den Supra- und Infraclavicular-Theil und gibt aus ersterem folgende (Seiten-) Zweige: die** *nn. thoracici*, *dorsalis scapulae*, *suprascapularis*, *subscapulares;* **aus letzterem die Endzweige:** *nerv. cataneus brachii internus*, *medius* **und** *externus*, *axillaris*, *medianus*, *radialis* **und** *ulnaris*. **— Diese Nerven versehen die Muskeln und Haut der ganzen obern Extremität mit Zweigen; nur die vordere und äussere Schultergegend erhält einige sensitive Nerven vom Halsgeflechte** *(nn. supraclaviculares)*, **und ausserdem verbreiten sich einige Zweige vom 2. (bisweilen selbst vom 3.) Intercostalnerven an der hintern innern Fläche des Oberarms. Uebrigens ist die Empfindung und Bewegung in den verschiedenen Armgegenden an folgende Nerven vertheilt:**

Nn. thoracici (anteriores und *posteriores)*: sensible Fäden zur Haut des Schultergelenks und seiner Umgegend, der Brustdrüsen und seitlichen Thoraxgegend; motorische zum *serratus anticus major*, *subclavius*, *deltoideus*, *pectoralis major* und *minor;* ausserdem Fäden zum Acromialgelenke und zur Brustdrüse.

Nerv. suprascapularis: motorische Fäden zum *m. supra–* und *infraspinatus*, *omohyoideus* (untern Bauch); Schultergelenke.

Nn. subscapulares: motorische Fäden zum *m. subscapularis* und *teres major;* der *nerv. subscapularis longus (s. marginalis scapulae)* zum *m. serratus anticus major*, *latissimus dorsi* und *serratus posticus inferior*.

Nerv. dorsalis scapulae: motorische Fäden zum *m. serratus anticus major*, *levator scapulae*, *rhomboideus major* und *minor*, *serratus posticus superior*.

Nerv. cutaneus brachii internus: sensitive Fäden zur Haut der Achsel und der innern Fläche des Oberarmes, bis zum Olecranon herab.

Nerv. cutaneus brachii medius: sensitive Fäden zur Haut der Innen- und Vorderfläche des Oberarms, des Ellenbogenbuges und Olecranons, des mittlern und innern Theiles der Volarfläche des Vorderarms, der Hohlhand (in der Gegend des Erbsenbeins); motorische Fäden zum *m. coracobrachialis*, *biceps*, *pectoralis minor*.

Nerv. cutaneus externus: sensitive Fäden zur Haut des Ellenbogenbuges, des äussern Condylus, des äussern Theiles der Volar- und Dorsalfläche des Vorderarms, des Handrückens und selbst des Daumens; motorische Fäden zum *m. coracobrachialis*, *biceps* und *brachialis internus*.

Nerv. axillaris (s. Bd. I. S. 524): sensitive Fäden zur Haut der äussern und hintern Schultergegend, des hintern vern Theiles des Oberarms und der Achselhöhle; motorische Fäden zum *m. deltoideuso teres major* und *minor*, *triceps*, *subscapularis;* zum Schultergelenke und Oberarmknochen.,

Nerv. medianus (s. Bd. I. S. 525): sensitive Fäden zur Haut der Hohlhand, der Volarfläche des Daumens, Zeige–, Mittel- und des äussern Randes des Ringfingers; motorische Fäden zum *m. biceps*, *palmaris longus*, *pronator teres*, *flexor carpi radialis*, *flexor*

digitor. sublimis u. *profundus*, *flexor pollicis longus*, *pronator quadratus*, *lumbricalis I.*, *II.* u. *III.*, *flexor pollicis brevis*; *adductor*, *abductor brevis* und *opponens pollicis*, *interossei interni*; ausserdem noch Fäden zu den Bändern und Gelenken der Handwurzel.

Nerv. ulnaris (s. Bd. I. S. 526): sensitive Fäden zur Haut (bisweilen der innern Fläche des Ellenbogens) am innern Rande des Vorderarms und der Handwurzel, an der Volar- und Dorsalfläche des Ulnartheiles der Hand, an der Rückenfläche des 5. und 4. Fingers, an der Hohlhandfläche des 5. und nur der innern Seite des 4. Fingers; motorische Fäden zum *m. flexor carpi ulnaris*, *flexor digitor. sublimis* und *profundus*, *flexor* und *abductor* und *opponens digiti V.*, *interossei externi* und *interni*, *adductor pollicis*; ausserdem Fäden zum Ellenbogengelenke, zur Ulna und zum Handgelenke.

Nerv. radialis (s. Bd. I. S. 527): sensitive Fäden zur Haut an der äussern Fläche des Ellenbogens, am Radialrande des Vorderarms und der Handwurzel, an der Dorsalfläche des Daumens, Zeige- und Mittelfingers; motorische Fäden zum *m. triceps*, *brachialis internus*, *supinator longus* und *brevis*, *flexor carpi radialis*, *adductor* und *abductor brevis pollicis*, *extensor carpi radialis longus* und *brevis*, *extensor digitorum communis*, *extensor pollicis* und *indicis*, *extensor carpi ulnaris*, *abductor pollicis longus*; ausserdem Fäden zum Ellenbogen- und Handgelenke.

II. Rückennerven, *nn. dorsales s. pectorales* (s. Bd. I. S. 528) — 12 Stück, deren vordere Aeste **Zwischenrippennerven**, *nn. intercostales*, benannt sind und von denen der 1. Antheil an der Bildung des Armgeflechtes nimmt — geben ihre **Muskelzweige** zu den Rückenmuskeln am Thorax, zu den Zwischenrippenmuskeln, dem *serratus anticus major* und *m. triangularis sterni*, zum *m. rectus obliquus externus* und *internus*, und *transversus abdominis*, zum *m. pyramidalis* und *quadratus lumborum*, und selbst zum Zwerchfelle (die vordern Aeste des 6. — 12. Dorsalnerven). Ihre **Hautzweige** schicken die obern 7 Dorsalnerven zur vordern, seitlichen und Rückenfläche des Brustkastens, zur Achselhöhle, Brustdrüse und selbst zum Oberarme (der 2. Intercostalnerv); die 5 untern Dorsalnerven zur Bauchwand, bis gegen das Darmbein hin.

III. Lendennerven, *nn lumbales* (s. Bd. I. S. 532) gibt es 5 Stück, von denen der vordere Ast des 1. Lumbalnerven grösstentheils noch wie ein Intercostalnerv, an der Unterbauchgegend mit dem *ramus ilio-hypogastricus* und *ilio-inguinalis* verläuft, während die vordern Aeste der übrigen Lendennerven zum **Lendengeflechte** zusammentreten und die beiden untersten in den *plexus ischiadicus* eingehen. Die hintern Aeste verbreiten sich in der Haut und den Muskeln der Lenden- und Gesässgegend.

Nerv. ilio-hypogastricus gibt sensitive Fäden zur Haut über dem *m. tensor fasciae latae*, dem Bauchringe und Schamberge; motorische Fäden zum *m. psoas*, *quadratus lumborum*, *obliquus int.* und *ext.* und *transversus abdominis*.

Nerv. ilio-inguinalis schickt sensitive Fäden zur Haut des Schamberges und der Wurzel des Penis, des vordern und äussern Theiles des Hodensackes oder der äussern Schamlippen, und zur Haut oben am innern Theile des Oberschenkels; motorische Fäden zu denselben Muskeln wie der vorige Nerv.

Nerv. spermaticus externus und *lumbo-inguinalis* geben sensitive Fäden zur Haut dicht unter dem Schenkelringe (über der *fovea ovalis*), über dem Bauchringe, zum Hodensacke, Schamberge und zur äussern Schamlefze, zum Samenstrange, runden Mutterbande, Hoden und Nebenhoden, *tunica dartos*, sowie zur äussern vordern Fläche des Oberschenkels; motorische Fäden zum *m. psoas*, *iliacus internus*, *obliquus* und *transversus abdominis*, *cremaster*.

Nerv. cutaneus femoris anterior externus gibt sensitive Fäden zur Haut am grossen Rollhügel, an der vordern und äussern Fläche des Oberschenkels bis zum Knie; motorische Fäden zum *m. psoas* und *iliacus internus*. Er nimmt auch einigen Antheil an der Bildung des Schamnerven.

Nerv. obturatorius gibt sensitive Fäden zur Haut vorzüglich der innern Partie des Oberschenkels bis zur Wade herab; motorische Fäden zum *m. psoas*, *obturator internus* und *externus*, *gracilis*, *pectinaeus*, *adductor longus*, *brevis* und *magnus*; ausserdem noch Fäden zum Hüft- und Kniegelenke.

Nerv. cruralis (s. Bd. I. S. 536) gibt sensitive Fäden zur Haut der vordern und innern Fläche des Oberschenkels, der innern Fläche des Unterschenkels und Fussrückens; motorische Fäden zum *m. psoas*, *iliacus internus*, *sartorius*, *pectinaeus*, *tensor fasciae latae*, *vastus externus* und *internus*, *cruralis*, *rectus femoris*, *gracilis*; ausserdem noch Fäden zum Hüft- und Kniegelenke und zum Schenkelknochen.

IV. Kreuzbeinnerven, *nn. sacrales* (s. Bd. I. S. 537), 5 Stück, bilden durch ihre **vordern Aeste** den *plexus ischiadicus* und den *plexus pudendalis;* der Hauptzweig des erstern (oberen) Geflechtes ist der Hüftnerv, der des letztern (unteren), welcher auch Aestchen zu der Vorsteherdrüse, Gebärmutter, Scheide und den Samenbläschen schickt, ist der Schamnerv. Die **hintern Aeste** der Sacralnerven, welche mit den hintern Aesten der untern

Lumbalnerven einen *plexus sacralis posterior* bilden, verbreiten sich in der Haut des Gesässes, der Kreuz- und Steissbeingegend.

Nerv. glutaeus superior und *inferior* geben sensitive Fäden zur Haut des Gesässes, motorische zum *m. pyriformis, glutaeus maximus, medius* und *minimus*; Fäden zu den Weichtheilen am Hüftausschnitte.

Nerv. cutaneus femoris posterior communis versieht die Haut am untern Theile des Gesässes, am grossen Rollhügel, am Damme, an der hintern Partie des Hodensackes oder der grossen Schamlippen, und an der hintern Fläche des Oberschenkels, bis zur Wade herab, mit sensitiven Fäden.

Nerv. pudendus communis gibt sensitive Fäden zu der Haut in der Umgebung des Afters, des Dammes, des Hodensackes und der Harnröhre, der grossen und kleinen Schamlefze, dem Schamberge, der Ruthe und dem Kitzler; motorische Fäden zu dem *ischio-* und *bulbocavernosus*, den *transversi perinaei*, dem *sphincter ani externus*, *constrictor cunni*, Mastdarm, der Scheide, Gebärmutter, den cavernösen Körpern des Penis, der Clitoris und Harnröhre.

Nervi haemorrhoidales schicken sensitive Fäden zur Haut des Afters, der Blase und Scheide, motorische zum *m. coccygeus, levator* und *sphincter externus ani*.

Nerv. ischiadicus gibt, ehe er sich in den *nerv. tibialis* und *peronaeus* endigt, sensitive Fäden zur Haut des Gesässes und des hintern Obertheiles des Oberschenkels; motorische zum *m. pyriformis*, *gemellus superior* und *inferior*, *obturator internus* und *externus*, *quadratus femoris*, *biceps*, *semitendinosus* und *semimembranosus*, *adductor magnus*; Fäden zum Hüft- und Kniegelenke.

Nerv. tibialis gibt sensitive Fäden zur Haut der Kniekehle, der Wade, der Innenfläche des Unterschenkels, der innern Seite des Knöchels und der Ferse, der Fusssohle und Sohlenfläche der Zehen; motorische Fäden zu den *mm. poplitaeus*, *gastrocnemius*, *soleus*, *plantaris*, *tibialis posticus*, *flexor digitor. communis longis* u. *brevis*, *flexor hallucis longus* und *brevis*, *ab-* und *adductor hallucis*, *quadratus Sylvii*, *lumbricales*, *abductor* und *flexor digiti V.*, *transversus pedis*, *interossei*; Fäden zum Kniegelenke.

Nerv. peronaeus schickt sensitive Fäden zur Haut der Wade, der vordern und äussern Fläche des Unterschenkels, Knöchels, zum Fussrücken und zur Dorsalfläche der Zehen; motorische Fäden zum *m. biceps*, *poplitaeus*, *gastrocnemius externus*, *soleus*, *peronaeus longus*, *brevis* und *tertius*, *extensor digitorum communis* und *hallucis longus* und *brevis*, *tibialis anticus*.

V. Die beiden **Schwanzbeinnerven**, *nn. coccygei* (s. Bd. I. S. 543) verbinden sich mit benachbarten Aesten der Sacralnerven, bilden den *plexus coccygeus* und sind für die Haut am Steissbeine, den *m. coccygeus* und *levator ani* bestimmt.

Function des Rückenmarks.

Das Rückenmark (s. S. 536), dessen Substanz nach *Vauquelin* mehr Fett und weniger Eiweiss, Osmazom und Wasser, als die Hirnmasse enthält, ist in seiner weissen Substanz aus doppelten Fasern zusammengesetzt, nämlich aus solchen, welche sich durch das Rückenmark hindurch zum Gehirn erstrecken, und aus solchen, die im Rückenmarke selbst ihr centrales Ende haben. Beide Arten von Fasern (die cerebralen und spinalen Rückenmarksfasern) sind entweder centripetal- oder centrifugal-leitende, also die cerebralen sind entweder Empfindungsfasern oder willkührlich-bewegende, die spinalen dagegen excitorische oder unwillkührlich-motorische. Ausserdem treten auch noch sympathische Fasern in das Rückenmark ein. Je nachdem man nun das verlängerte Mark noch zum Rückenmarke rechnet oder nicht (sondern zum Gehirne), danach wird die Thätigkeit desselben eine ausgedehntere oder beschränktere. Im Allgemeinen lässt sich wohl behaupten, dass das Rückenmark theils Conductor (durch die cerebralen Fasern), theils Motor und Reflector (durch die spinalen Fasern) ist, sowie vielleicht auch auf die Vegetation (durch die sympathischen Fasern) Einfluss ausübt. Es steht sonach in physiologischer Hinsicht zwischen Gehirn und Nerven in der Mitte, indem es mit dem erstern durch seine erregende und reflectirende, mit dem letzteren durch seine leitende Fähigkeit übereinstimmt.

Das Rückenmark erstreckt mittels seiner Nerven seinen Einfluss hauptsächlich über die Extremitäten und den Rumpf, die Athmungs-, Digestions-, Harn- und Geschlechtsorgane, ferner auf den Tonus- und Ernährungszustand

der von ihm mit Nervenfäden versehenen Muskeln, sowie auch (durch die *medulla oblongata*) auf das Herz. Seine reflectirenden und erregenden Wirkungen verdankt es jedenfalls der grauen Substanz, denn diese tritt am Rückenmarke da am stärksten auf, wo sich das selbstständige Leben desselben am regsten und kräftigsten zeigt, d. i. in der Hals- und Lendenanschwellung und am vordern Theile des Kerns. Darin, dass die graue Substanz vorzüglich um die vordern Wurzelfasern der Spinalnerven herum angehäuft ist, liegt ohne Zweifel der Grund, dass das Rückenmark namentlich auf die Bewegungen grossen Einfluss äussern kann. *a)* Als Leiter, Conductor des Nervenagens, verbindet es das Gehirn mit den peripherischen Organen (Rumpf und Extremitäten), in denen sich die Spinalnerven verbreiten, indem es von diesen Organen die den hintern Spinalwurzeln mitgetheilten Empfindungen zum Gehirne leitet, und umgekehrt die Wirkungen des Gehirns wieder zu den Spinalnerven (durch deren vordere Wurzeln) fortpflanzt, so dass sich also die Spinalnerven so verhalten, als wenn sie aus dem Gehirne selbst entsprängen, und das Rückenmark sich zum Gehirn wie der Nerv zu seinem Centralorgane verhält. — *b)* Als Reflector der Nerventhätigkeit muss das Rückenmark deshalb angesehen werden, weil es (auch bei geköpften Thieren) die ihm (durch excitorische Spinalfasern) zugeführten Eindrücke inne zu werden und diese entsprechende (zweckmässige) Bewegungen (Reflexbewegungen) zu bewirken vermag, welche aber nicht mit Bewusstsein und freiem Willen vollzogen werden können, wenn das Gehirn nicht zugleich thätig ist. Diese bewusstlos empfindende und unfreiwillig reagirende Eigenschaft, welche dem Rückenmarke selbstständig inwohnt und sich unabhängig vom Einflusse des Gehirns zu erkennen gibt, kommt keinem Nerven zu und wahrscheinlich auch ohne dass sensitive und motorische Fasern ununterbrochen zusammenhängen. Wegen dieser seiner reflectirenden Eigenschaft besitzt das Rückenmark eine grosse Mittheilbarkeit seiner Zustände von einem Theile auf den andern. Die Mittheilung eines Reizes innerhalb des Rückenmarks von einer Faser auf die andere, kann aber (nach *Henle*) nach 3 Dimensionen stattfinden: 1) nach der Breite, d. i. symmetrische Mittheilung, auf den entsprechenden Strang und Nerven der andern Seite; 2) nach der Länge, d. i. auf- und absteigende Mittheilung, längs desselben Stranges auf höhere oder tiefere gleichnamige Nerven (sie findet nach *Volkmann* am leichtesten statt); 3) nach der Dicke, von dem einen Strange einer Seite auf den andern Strang derselben Seite (von den hintern auf die vordern Stränge nachweisbar). — *c)* Als Motor, Erreger des Nervenagens ist das Rückenmark fähig, Regungen zu erzeugen und selbstthätig Bewegungen zu bewirken, welche aber nicht freiwillig, sondern automatisch und unbewusst vollzogen werden, wenn es für sich und ohne das Gehirn thätig ist (bei geköpften Thieren). Im Allgemeinen tritt diese letztere Eigenschaft um so mehr hervor, je niedriger der Organismus in der Thierreihe steht (wie bei den Amphibien). — *d)* Man hat dem Rückenmarke auch organische Wirkungen zugeschrieben und in ihm selbst das Princip der vegetativen Verrichtungen, sowie der thierischen Wärme gesucht. Zum Theil dürfte allerdings wohl die Intensität der organischen Nervenwirkungen vom Rückenmarke abhängen, allein nicht durchaus, denn bei Missgeburten, denen das Rückenmark mangelte, war die Ernährung nicht aufgehoben. Auf die geschlechtlichen Verrichtungen äussert es augenscheinlich einen sehr bedeutenden Einfluss; *Budge* fand, dass nach aufgehobener Rückenmarksfunction keine Entzündung und Eiterung mehr stattfindet; dass ferner die Schleimabsonderung im Darmkanale geringer und der Urin heller wird und seinen eigenthümlichen Geruch verliert.

Functionen der verschiedenen Theile des Rückenmarks. Ob die verschiedenen Functionen des Rückenmarks an verschiedene Partien desselben gebunden sind, darüber herrschen sehr widersprechende Behauptungen. Die meisten neueren Forscher (*Bell*, *Backer*, *van Deen*, *Dupré*, *Kürschner*, *Longet*, *Stilling*) kommen darin überein, dass die motorischen Fasern

nur in den vordern, die sensitiven allein in den hintern Strängen ihre Lage haben. Nach *Budge* und *Valentin* dienen dagegen die hintern Stränge zwar vorzugsweise der Empfindung, aber doch auch der Bewegung; nach *B.* enthalten sie Fasern für die Beugemuskeln, nach *V.* Fasern für die Streckemuskeln. Nach *Magendie*, *Budge* und *Seubert* befinden sich in den vordern Strängen auch noch einige sensible Fasern. Es soll nämlich bei Reizung der vordern Stränge Schmerz entstehen (was von Einigen aber geleugnet wird); allein die Empfindlichkeit dieser Stränge dauert, wie *Magendie* zeigte, nur so lange, als die hintern Spinalwurzeln unversehrt sind, und dies rührt nicht her von Nerven, welche aus den hintern Strängen nach ihrem Eintritte ins Rückenmark in die vordern Stränge übertreten, sondern von Fasern, welche in den vordern Strängen, gleichsam peripherisch, entspringen und in den hintern Strängen mit den andern sensibeln Fasern ihren Weg ins Gehirn fortsetzen. So erklärt es sich auch, wie die vordern Stränge bei Druck und Zerschneidung schmerzen und wie doch nach Durchschneidung derselben die Sensibilität der peripherischen Organe sich ungetrübt erhält. *Stilling* zeigte, dass nur die graue Substanz der eigentliche Träger der Empfindung (der hintere graue Strang) und Bewegung (der vordere graue Strang) sei, und dass die weisse Substanz der Hinter- und Vorderstränge nicht unmittelbarer Leiter der Empfindung und des Willens sei, sondern dass sie nur als Vermittler zwischen der grauen Substanz nach centraler, und zwischen den Nervenwurzeln nach peripherischer Richtung hin betrachtet werden könne. *Valentin* (und *Bellingeri*) schliesst aus Versuchen, dass die Nervenfasern der Streckmuskeln (mit den Empfindungsfasern der Beugefläche) in die hintern Stränge übergehen, die Nerven der Beuger aber (mit den sensitiven Nerven der Streckfläche) in den vordern Strängen bleiben; dass ferner (wie auch *Budge* meint) die Fasern, indem sie aufsteigen, sich immer mehr der Achse des Rückenmarks nähern, und dass also die neu eintretenden Fasern auch immer die oberflächlichen sind. *Engelhardt* behauptet nach den Resultaten seiner Versuche, dass ein bestimmter Gegensatz zwischen der Function der obern und untern Hälfte des Rückenmarkes stattfindet; dass die obere Hälfte der Beugung, die untere der Streckung vorsteht. Die Seitenstränge des Rückenmarks beziehen sich nach *Bell* ausschliesslich auf die respiratorischen Bewegungen, dagegen erregt Berührung derselben nach *Backer* Schmerzen, nach *Stilling* weder Schmerz noch Bewegung; nach *Bellingeri* dienen sie den vegetativen Verrichtungen. Während nur die graue Masse nach *Stilling* Leitungsfähigkeit besitzt, hat im Gegentheil nach *Magendie* und *Kürschner* nur die weisse ein Leitungsvermögen. Ein Querschnitt durch eine Seitenhälfte des Rückenmarks vernichtet nach *Magendie* und *Kürschner* Empfindung und Bewegung in der gleichnamigen Körperhälfte, nach *van Deen* nur die freiwillige Bewegung auf derselben Seite (nicht die Empfindung); nach *Stilling* weder freiwillige Bewegung noch Empfindung. — Dass Bewegungs- und Empfindungsfasern im Rückenmarke stets auf derselben Seite bleiben, steht fest, und nur erst im verlängerten Marke findet eine Kreuzung der rechten und linken Fasern statt.

Budge zieht aus seinen Versuchen folgende Schlüsse: 1) es gibt keine Schicht in der ganzen Höhe des Rückenmarks, welche ohne Empfindung wäre; in der ganzen Breite, in der ganzen Länge, vorn, hinten und zu beiden Seiten, in der Mitte, überall ist Empfindung. — 2) In der äussern Schicht der hintern Rückenmarksfläche ist die Empfindung ungleich stärker, als in der äussern Schicht der vordern Rückenmarksfläche. Diese gedachte Schicht aber weggenommen, so ist die Intensität der Empfindung ungefähr gleich. — 3) Die Empfindungsfasern bleiben in der ganzen Länge des Rückenmarks auf derselben Seite, die rechten rechts, die linken links. — 4) Die Empfindungsfasern, welche sämmtlich an der hintern Fläche des Rückenmarks eintreten, müssen sich also hier auch zum Theil zur vordern Fläche begeben. — 5) Die Bewegungsfasern finden sich, wie die Empfindungsfasern, überall im Rückenmarke und müssen also, da sie an der vordern Fläche des Rückenmarks ihren Eingang haben, wo auch auf Reizung stärkere Bewegung erfolgt, zum Theil durch das Rückenmark hindurch zur hintern Fläche treten. Es müssen sich demnach Empfindungs- und Bewegungsfasern in jeder Hälfte des Rückenmarks kreuzen. — 6) Fast alle ins Rückenmark eintretenden Fasern wenden sich nach oben zum Gehirne, einige scheinen aber auch abwärts zu gehen. Alle Bewegungsfasern liegen in der *medulla oblongata* beisammen und hier kreuzen sich (gegen *Flouren's* und *Hertwig's* Ansicht) die Bewegungsfasern der untern Extremitäten, während die Kreuzung der der obern

Extremitäten weiter oben, erst unweit des Endes des verlängerten Markes in der Brücke stattfindet und nicht oder nur wenig beim Eintritte in die Schädelhöhle. — 7) Alle motorischen Nerven für die freiere Bewegung drängen sich von aussen nach der Mittellinie hin, von aussen setzen sich immer neue Fäden an, bis sie endlich so weit nach innen kommen, dass sie sich (im verlängerten Marke) mit denen von der andern Rückenmarkshälfte kreuzen. — 8) Motorische Fasern finden sich im ganzen Rückenmarke, in der *medulla oblongata*, dem *pons*, den *corpora quadrigemina*, wahrscheinlich in der untersten Lage des kleinen Gehirns und vielleicht auf der Basis des Gehirns. — 9) Was die Lagerung der Nerven für die Streck- und Beugemuskeln betrifft, so fand *B.*, dass die Streckbewegung von einem grössern Theile des Rückenmarks aus erzeugt werden kann, als die Beugung; dass sich die Strecknerven vorherrschend im vordern Rückenmarksstrange finden, und dass die Beugenerven (zu denen auch die gehören, welche die Inspiration und das Herabziehen des Unterkiefers hervorrufen) in den hintersten Schichten vorherrschend, aber doch nicht die einzigen sind. Ganz sicher gilt dies von den Nerven der untern Extremitäten; über die Lagerung der Nerven der obern Extremitäten hat *B.* aber noch zu wenig Versuche angestellt, um dasselbe behaupten zu können. So viel ist aber gewiss, dass wirklich die beiden Elemente zu jeder Bewegung im Rückenmarke vorgebildet sind, und dass die Nerven für dieselben neben einander liegen, ja dass die Gruppirung zu einzelnen Bewegungen gegeben ist und dass z. B. die Nerven fürs Athmen, Lachen, Weinen, Erbrechen u. s. w. in bestimmter Ordnung beisammen liegen. — **Den Verlauf der Gefühlsnervenfasern im Rückenmarke** zu erkennen, ist *B.* bis jetzt nicht gelungen; sehr bald nach ihrem Eintritte sind sie nicht weiter zu verfolgen, sie scheinen in der gleichartig weissen Markmasse untergegangen. Nur aus physiologischen Untersuchungen lässt sich schliessen: *a)* dass sie in der hintern und auch vordern Rückenmarkshälfte vorkommen; *b)* dass die Gefühlsfasern der einen Seite in die andere Seite des Rückenmarks überstreifen, wenn auch in relativ geringer Menge; und *c)* dass sie bis zur Höhe des verlängerten Markes in die Höhe steigen. Das Letztere muss schon deshalb vermuthet werden, weil die Bewegungsfasern diesen Punkt erreichen und weil es immer gewisser wird, **dass beide Faserreihen von allen Organen neben einander liegen.** — Das Rückenmark ist jedenfalls zunächst die Quelle der Empfindung, wie die darauf folgende Reaction (z. B. die zweckmässigen Bewegungen bei enthaupteten Thieren) beweisst; ob sie aber hier schon oder im Gehirne entspringt, ist die Frage. Aus den hierüber angestellten Versuchen zieht *B.* den Schluss: es gibt keine eigenthümlichen Theile des Rückenmarks, durch welche der Willenseinfluss vermittelt wird, es gibt keine eigenthümlichen Fasern, welche die im Gehirn erzeugten Thätigkeiten zu den Nervenwurzeln fortpflanzen. Es gibt vielmehr im Rückenmarke nur motorische und sensible Fasern, daneben Ganglienkugeln in verschiedenen Entwickelungsstufen. Die motorischen Fasern werden in Thätigkeit gesetzt, wenn sie von gewissen andern Faserarten berührt werden, die sich ebenfalls in Thätigkeit befinden; mögen nun diese andern Fasern sensible, sensuelle oder Grosshirnfasern sein. Alles das macht keinen Unterschied, sobald nur die Berührung lange genug ist, dass eine Mittheilung möglich wird.

Die Untersuchungen *van Deen's* geben folgende Resultate: 1) die weisse vordere Substanz der vordern Stränge des Rückenmarks dient allein zur Bewegung. — 2) Die vordern Stränge (?) mit ihrer grauen Substanz dienen eben sowohl zur Empfindung, wie zur Bewegung. — 3) Die weisse Substanz der hintern Stränge ist einzig für das Gefühl bestimmt. — 4) Die hintern Stränge nebst ihrer grauen Substanz dienen nur dem Gefühle. — 5) Die weisse Substanz der Hinterstränge bedarf nicht der unmittelbaren Verbindung mit dem Gehirne, um demselben die von den hintern Nervenwurzeln empfangenen Eindrücke mitzutheilen. — 6) Die weisse Substanz der Hinterstränge allein kann nicht leicht das Gefühl zum Gehirn fortpflanzen. — 7) Dies findet aber statt, wenn die graue Substanz noch in Berührung mit der weissen der Hinterstränge ist. — 8) Die vordere weisse Substanz ist ohne ihre graue nicht im Stande, den Muskeln direct den Willenseinfluss durch die vordern Nervenwurzeln mitzutheilen; sie kann nur Vibrationen der Muskeln erzeugen. — 9) Dieselben Bedingungen, welche zur Erzeugung des wirklichen Gefühls nothwendig sind, sind auch zur Hervorrufung der Reflexbewegung erforderlich (d. h. so wie das wirkliche Gefühl von den hintern Nervenwurzeln und hintern Rückenmarkssträngen und der grauen Substanz abhängt, so wird die Reflexbewegung durch dieselben Theile bedingt). — 10) Dieselben Bedingungen, die zur Mittheilung des wirklichen Gefühls mittels der Vorderstränge zum Gehirne erforderlich sind, sind auch zur Fortpflanzung der Reflexbewegung durch dieselben Stränge in der Richtung vom Rückenmark zum Gehirne nothwendig. Weder die eine noch die andere kann ohne graue Substanz stattfinden. — 11) Mittels der grauen Substanz verbreiten sich die Eindrücke von den Hintersträngen zu den vordern Strängen. — 12) Durch die graue Substanz werden die Eindrücke von einer centripetalen Faser zur andern übertragen. — 13) Dasselbe findet durch die graue Substanz in Bezug auf die centrifugalen Fasern statt; denn wenige Fasern der weissen vordern Substanz sind im Stande, mittels der grauen Substanz den Eindruck des Willens vom Gehirne auf fast alle vordern Wurzeln, welche unterhalb dieser wenigen weissen Fasern entspringen, zu übertragen. — 14) Man muss die centripetalen (sensibeln) und centrifugalen (motorischen) Nerven als Conductoren und die graue Substanz als das active Centrum des Nervensystems betrachten.

Stilling zieht die folgenden Schlüsse aus seinen Untersuchungen des **Rückenmarks** (s. S. 539), welches nach ihm in jedem, aber noch aus weisser und grauer Masse bestehenden und einem Nervenwurzelpaare entsprechenden Stücke schon eine eigenthümliche Organisation besitzt, durch die, unabhängig vom Gehirn und dem übrigen Rückenmarke, das eigenthümliche, seinem Wesen nach uns unbekannte, nur durch seine Wirkungen uns

erkennbare Nervenprincip erzeugt und so lange von neuem gebildet oder unterhalten wird, als die Circulation des Blutes in demselben fortdauert. Nur die Anregung zur Aeusserung der Kräfte des Rückenmarkes im unversehrten Zustande geht vom Gehirne aus, während letzteres mit der Erzeugung des Nervenprincips im Rückenmarke durchaus nicht in causaler Verbindung steht.

1) Die hintern Spinalnervenwurzeln sind nur empfindlich, die vordern nur motorisch. — 2) Die hintere weisse Substanz des Rückenmarks ist empfindlich; doch nur, wenn sie noch mit der hintern grauen Substanz in Verbindung steht. Sie ist unempfindlich, wenn sie von der hintern grauen Substanz getrennt ist. — 3) Die hintere graue Substanz ist empfindlich, mag sie mit der hintern weissen Substanz in Verbindung stehen oder nicht. Die Empfindung wird vorzugsweise durch die hintere graue Substanz und niemals ohne dieselbe vermittelt. — 4) Die vordere weisse Substanz ist unempfindlich, mag sie mit der vordern grauen Substanz verbunden sein oder nicht; eben so ist die vordere graue Substanz unempfindlich, mag sie mit der vordern weissen Substanz verbunden sein oder nicht. — 5) Die Bewegungen entstehen vorzugsweise nur vermittels der vordern grauen Substanz, seien es willkührliche oder reflectirte Bewegungen. Ohne vordere graue Substanz kann keine derselben zu Stande kommen, und ein Querschnitt durch die vordere graue Substanz (auch bei ungetrennter weisser) hebt alle willkührliche Bewegung unterhalb des Schnittes auf. — 6) Die vordere weisse Substanz empfängt die Eindrücke von der vordern grauen, theilt sie den vordern Nervenwurzeln mit und vermittelt so die Bewegung (willkührliche wie reflectirte). — 7) Die hintere weisse Substanz empfängt die Eindrücke von den hintern Nervenwurzeln und theilt sie der hintern grauen Substanz mit; sie vermittelt so die Empfindung, die aber niemals ohne die hintere graue Substanz zu Stande kommt. — 8) Die hintere und vordere weisse Substanz wirkt in der Richtung der Dicke des Rückenmarks, nicht in der Längsrichtung desselben. Jene leitet gegen die Achse des Rückenmarks, diese empfängt die Eindrücke in der Richtung von der Achse nach der Oberfläche zu (doch muss jeder Begriff von Circulation des Nervenagens bei dieser Art von Leitung ausgeschlossen werden). — 9) Der Einfluss des Willens wirkt stets auf die gesammte Masse des Rückenmarks, wenn auch stärker auf einzelne Punkte desselben, als auf andere. Die Aeusserungen seiner Eindrücke werden aber vorzugsweise durch die vordere graue Substanz und nie ohne dieselbe vermittelt. Im Rückenmarke selbst scheint aber eine uns unbekannte Organisation zur Erzeugung bestimmter Gruppen von Bewegungen vorgebildet zu sein. — 10) Jede Empfindung wirkt auf die Gesammtmasse des Rückenmarks, obgleich stärker auf eine Partie desselben, als auf die andere. Die Aeusserungen werden vorzugsweise durch die hintere graue Substanz des Rückenmarks, und niemals ohne dieselbe, vermittelt. — 11) So lange nur (an irgend einer Stelle) eine kleine Brücke hinterer grauer Substanz den untern Theil des Rückenmarks mit dem obern und dem Gehirne verbindet, bleibt das Gefühl in allen Theilen unter der Verletzung des Rückenmarks unverändert. — 12) So lange noch eine kleine Brücke vorderer grauer Substanz die Verbindung des Rückenmarks mit dem Gehirne unterhält, so lange bleibt die willkührliche Bewegung mehr oder weniger ungestört in allen Theilen unterhalb der Verletzung des Rückenmarks. — 13) Für die Fortpflanzung der Reflexbewegung und des Reflexgefühls finden dieselben Bedingungen in Bezug auf die graue Rückenmarkssubstanz statt, wie für die der willkührlichen Bewegungen und des wirklichen Gefühls. — 14) Die Reflexbewegungen und die zu den willkührlichen sich gesellenden coordinirten Bewegungen haben gleichen Grund in der anatomischen Beschaffenheit des Rückenmarks. — 15) Während die ursprünglichen Bewegungen des Reflexes durch sensitive Nerven erzeugt werden, können die coordinirten auch ohne Mitwirkung der sensitiven Wurzeln und der hintern weissen und grauen Substanz entstehen. — 16) Die eigenthümliche Art und Weise der Fortpflanzung der Eindrücke von der Peripherie zum Gehirne, und umgekehrt, ist uns durchaus noch unbekannt und alle Ansichten über Circulation des Nervenprincips sind durchaus nur Folgen von Täuschung. — 17) Die grane Substanz des Rückenmarks ist das eigentliche und hauptsächlichste Agens, von welchem die weisse Substanz ihre Kraft erborgt. Durch graue Substanz wird Empfindung wie Bewegung primitiv bedingt, durch die weisse Substanz werden die Empfindungen, wie die Bewegungen geformt, gebildet, zu ihrer Eigenthümlichkeit gebracht; die Nerven sind nur Conductoren der Zustände des Rückenmarks.

Aus dem S. 539 beschriebenen Baue des Rückenmarks zieht *Stilling* folgende Schlüsse: *a)* die graue Substanz des Rückenmarks scheint durch die ausgedehnte Wechselwirkung ihrer Fasern mit dem Blute die Erzeugung der Nervenkraft vorzugsweise zu bewirken. — *b)* Die Fasern der weissen Substanz scheinen die Empfindung um so mehr zu hindern, je mehr sie die Bündel der grauen Substanz von einander trennen; dagegen haben diejenigen Theile des Rückenmarks die meiste Empfindlichkeit, deren graue Faserbündel am wenigsten von untermischten Fasern der weissen Substanz unterbrochen, getrennt und durchwoben werden. Die erstere Anordnung findet sich an den vordern und seitlichen, die letztere an den hintern Strängen des Rückenmarks. — *c)* Die Längsfasern der grauen hintern Substanz scheinen diejenigen Theile zu sein, welche die Eindrücke von unten nach oben leiten, d. h. die zum Bewusstsein gelangende Empfindung vorzugsweise, wenn nicht ausschliesslich, vermitteln. — *d)* Die Ringfasern um den *canalis medullae spinalis* scheinen die Eindrücke von einer Seitenhälfte des Rückenmarks auf die andere überzutragen. — *e)* Die Längsfasern der vordern grauen Substanz scheinen die Kraft des Willens auf die vordern Nervenwurzeln überzutragen. — *f)* Die querlaufenden Fasern der hintern Rückenmarkssubstanz scheinen nicht zunächst die Empfindung zu vermitteln, sondern sich wie Erreger für die Längsfasern der hintern grauen Substanz zu verhalten, so dass also die Empfindung mittelbar durch die Fasern der grauen Hinterstränge hervorgerufen, ange-

regt, dagegen durch die Längsfasern der grauen Hinterstränge unmittelbar im Sensorium erzeugt wird. — *g)* Die Querfasern der vordern grauen Substanz scheinen nicht zunächst zur Fortleitung des Willens auf die vordern Nervenwurzeln zu dienen, sondern es erzeugt erst die Erregung der Längsfasern der vordern grauen Substanz durch den Willen eine Erregung der hintern Querfasern und somit auch Erregung der Primitivfasern der vordern Nervenwurzeln, die ja unmittelbare Fortsetzungen der Querfasern der vordern grauen Substanz sind. — *h)* Da Querfasern aus der hintern grauen Substanz in die vordere übertreten, so erklärt dies die Reflexbewegungen ganz deutlich. — *i)* Die vielfachen Verbindungen, welche die Nervenwurzel-Primitivfasern, zum Theil sogleich bei ihrem Eintritte ins Rückenmark, mit den Primitivfasern benachbarter Nervenwurzeln eingehen, theils die vielfachen Verbindungen und Kreuzungen ihrer Fortsetzungen, der Querfasern in der grauen Substanz, machen es einleuchtend, wie die Erregung einer Faser nothwendig zugleich die Erregung vieler andern, also Mitbewegung und Mitempfindung, bedingt. Je nachdem nun diese anatomischen Verbindungen von der Natur normal vorgebildet, oder durch Krankheit verändert, erleichtert, vermehrt oder vermindert sind, treten die natürlichen Mitempfindungen und Mitbewegungen (Sympathieen, Associationen) oder die krankhaften (Schmerzen, Krämpfe) auf.

Marshall Hall lässt das Rückenmark aus 2, in physiologischer Hinsicht ganz verschiedenen, anatomisch aber innig mit einander verbundenen Theilen bestehen; der eine ist der Intervertebralstrang von Empfindungs- und willkührlich motorischen Nerven, die zu und von dem Gehirne als ihrem Mittelpunkte gehen; das andere ist das wahre Rückenmark, das *centrum excito-motorium*, die Axe eines besondern Systems von excitorischen und motorischen Nerven, durch welche die Reflexbewegungen vermittelt werden (s. später bei Reflexfunctionen).

Volkmann sagt: über die Function der vordern, hintern und seitlichen Stränge sind wir vorläufig noch ganz im Unklaren, da eine Sonderung derselben bei Vivisectionen ganz unmöglich ist; das Resultat aller bisher angestellten Experimente scheint dies, dass sensible Fasern sich hauptsächlich in der hintern Rückenmarkshälfte, die motorischen dagegen mehr in der vordern zusammendrängen; dies Resultat ist mehr nicht als ein ungefähres. Was die Versuche über den Zweck der grauen und weissen Substanz anlangt, so gibt es keine von entscheidender Beweiskraft. Unzweifelhaft scheint es aber, dass die weisse Substanz des Rückenmarks leite, und höchst wahrscheinlich ist es, dass die Nerventhätigkeit in der linken und rechten Körperhälfte von den gleichnamigen Hälften des Rückenmarkes abhänge. Vollkommen unzweifelhaft ist es, dass sowohl nach Längen- als Quertheilung des Rückenmarks zweckmässig combinirte Bewegnngen in den einzelnen Theilen erzeugt werden können, und dass also die motorischen Nerven nicht erst im Gehirn, sondern schon in ihren Insertionspunkten in der Weise geordnet sind, dass jeder Reiz, welcher sie durchirrt, mechanisch zusammenpassende Muskeln bewegen muss. Diese räumliche Coordination zusammengehöriger Fasern in der Nähe ihrer Insertionspunkte findet höchst wahrscheinlich auch bei den sensibeln Fasern statt.

Reflexfunctionen.

Da es erwiesen ist, dass die Nervenfasern innerhalb der Centralorgane (wo sie nur äusserst feine oder gar keine Scheiden besitzen), aber niemals innerhalb der Nerven, ihre Erregungszustände einander mittheilen können (wie ein elektrischer Funke überspringen?), so ist hier eine solche Mittheilung sowohl zwischen sensitiven und sensitiven Fasern, wie zwischen motorischen und motorischen, als auch zwischen sensitiven und motorischen Fasern möglich (nach *Volkmann:* Erregung durch Querleitung). Ohne Zweifel geschieht nun eine solche meistens zwischen den im Centralorgane nahe bei einander liegenden Fasern, da dieselben aber nach der Peripherie hin öfters bedeutend von einander weichen, so können auf diese Art auch weit von einander liegende peripherische Theile bisweilen in sympathische Verbindung gebracht werden, so dass es scheint, als wenn die Reizung unmittelbar von einem zum andern sich verbreitete. — Die Uebertragung eines Reizes von einer Faser auf eine andere, aber physiologisch gleichartige, bedingt entweder **Mitempfindung** oder **Mitbewegung** (associirte Empfindung und Bewegung). Die erstere (s. S. 556) wird

von Einigen auch **Reflexgefühl** genannt, während Andere (s. S. 561) unter dieser letztern Benennung diejenige Action sensitiver Nerven verstehen, durch welche von der Peripherie Eindrücke zum Rückenmark geführt werden und hier ohne Mitwirkung des Gehirns ein Gefühl entsteht, auf welches sich nur durch darauf folgende zweckmässige Bewegungen schliessen lässt (unbewusstes Gefühl). Die Mitbewegungen oder associirten Bewegungen (s. S. 390), welche vorzüglich zwischen Theilen vorkommen, die Nerven desselben Stammes oder von Nerven erhalten, deren Fasern im Gehirne neben einander liegen, leitet *Müller* auch daher, dass bei der Intention des Willens das Nervenprincip auch auf die eigentlich nicht zu erregenden Fasern mit überspringt. Die Fähigkeit der Isolation wird aber durch Uebung (wie das richtige Anschlagen der Tasten eines Claviers) erlangt. — Ist diese Mittheilungsfähigkeit zwischen gleichartigen Nervenfasern abnorm gesteigert (vielleicht durch Einwirkung zu starker Reize), so bezeichnet man diesen höhern Grad von associirter Empfindung und Bewegung am besten mit dem Namen **Irradiation** (der **Bewegung** oder **Empfindung**). Solche irradiirte Bewegungen können nicht nur in Folge äusserer und innerer Reize unwillkührlich, sondern auch durch den Willenseinfluss hervorgerufen werden; dies sieht man (nach *Stilling*) am besten beim Veitstanze; hier wirkt der Wille nicht mehr, wie im Normalzustande, isolirt auf eine motorische Nervengruppe, sondern eine grössere oder geringere Anzahl anderer Gruppen werden dadurch unwillkührlich zugleich mit angeregt, und daher kommen die sonderbaren Bewegungen, die auch bei der kräftigsten Willensäusserung (die sich solche Kranke meist in Gegenwart Anderer auferlegen) nicht allein nicht gebessert, sondern wegen des stärkern Willenseinflusses sogar noch verschlimmert werden müssen. Auf demselben Grunde beruht es, dass viele Menschen nicht Herr ihrer Bewegungen sind, wenn die Gegenwart Anderer sie in zu grosse Erregung setzt (d. s. die Bewegungen der Verlegenheit). — Die Uebertragung eines Reizes von einer sensitiven Faser auf eine motorische bewirkt eine **unwillkührliche Bewegung**, und zwar sowohl in den quergestreiften oder sogenannten willkührlichen, wie glatten oder unwillkührlichen Muskeln (s. S. 390 u. später). Wird eine solche unwillkührliche Bewegung durch einen peripherischen Reiz, welcher mittels sensitiver Nerven zum Centralorgane fortgepflanzt und dort auf motorische Nervenfasern übertragen wird, hervorgerufen, so heisst sie **Reflexbewegung, reflectirte Bewegung** (**peripherischer Reflex**). Hierbei kann aber die Uebertragung sowohl im **Gehirne** wie **Rückenmarke** vor sich gehen und mit und **ohne Bewusstsein** (aber nicht mit Willenseinfluss) verbunden sein. Es scheint aber, als ob das Sensorium nicht zu günstig auf diese Bewegungen einwirke, da sie im organischen Nervensysteme und im animalischen dann häufiger vorkommen, wenn der Einfluss desselben vermindert ist. In der frühern Zeit schrieb man die Reflexbewegungen meistens den Anastomosen des Sympathicus zu und erst in neuerer Zeit wurden sie durch *Marshall Hall* und *Müller* näher beleuchtet. Der Erstere nimmt zur Erklärung der Reflexbewegung, die nach ihm blos an Spinalnerven und im Rückenmarke vorkommen kann und niemals durch eine Empfindung vermittelt wird, besondere Fasern an, die **excito-motorischen** oder **eigentlichen Spinalnerven** (s. S. 531), welche wieder theils **Incident-** oder **excitorische** Fasern, d. s. solche, die den Reiz von den Oberflächen des Körpers zum Rückenmarke fortpflanzen, von den eigentlichen mit dem Gehirne zusammenhängenden Empfindungsfasern verschieden sind und mit einer vom Gehirne unabhängigen Partie des Rückenmarks zusammenhängen, — theils **Reflex-** oder **motorische** Fasern sind, d. s. solche, durch welche die Bewegungen vom Rückenmarke aus in den Muskeln veranlasst werden, ohne Intercurrenz des Willens und der Empfindung. Dieses Rückenmarksnervensystem ist nach *M. Hall* auch die Ursache des Tonus der Muskeln und bedingt den im Ruhezustande anhaltenden Verschluss der Sphincteren u. s. w. Nach *Müller* und allen neuern Physiologen gehen dagegen diese Reflexbewegungen durch die ge-

wöhnlichen sensitiven und motorischen Fasern der Gehirn- und Rückenmarksnerven vor sich. *Whytt* und *Cullen* schreiben sie einer instinctmässigen, unbewusst aber mit Zweckmässigkeit wirkenden Seele zu; allein die Reflexbewegungen sind bald zweckmässige und harmonische Bewegungen (mit Reflexgefühl oder Gefühlsreactionen), bald blosse Zuckungen. Nach *Arnold*, welcher sie Reactionsbewegungen nennt, sind sie nicht der blosse Reflex peripherischer Einwirkungen, nicht der blos mechanische Uebertritt des Nervenagens von den Empfindungs- auf die Bewegungsnerven, sondern, wie die Zweckmässigkeit und Harmonie der Bewegungen beweist, Reactionen der unfreien Seele; deshalb werden sie auch durch den Zustand, die Art und den Grad der Thätigkeit des Centralorgans und der Seele selbst verschiedentlich bestimmt und zeigen sich hiervon abhängig.

Marshall Hall's Reflex-Theorie. In der thierischen Oekonomie gibt es 4 Arten von Muskelbewegungen: 1) die willkührliche; der Wille, im Gehirne seinen Ursprung nehmend und frei in seiner Thätigkeit, erstreckt seinen Einfluss längs des Rückenmarks und der bewegenden Nerven in einer geraden Linie zu den willkührlichen Muskeln; 2) Respirationsbewegung; die erzeugende Ursache geht von der *medulla oblongata* in einer geraden Linie zu den Respirationsmuskeln; sie sind willkührlich; 3) unwillkührliche; sie beruht auf der Irritabilität und erfordert die unmittelbare Wirkung eines Reizes auf die Muskelfasern selbst; 4) Reflexionsbewegung. Sie dauert zum Theil noch fort, wenn die willkührlichen und respiratorischen Bewegungen durch die Entfernung des Gehirns und verlängerten Marks aufgehört haben, ist mit dem Rückenmarke verbunden und verschwindet, sobald man dieses wegnimmt, obgleich die Irritabilität fortdauert. Bei dieser Bewegung entsteht der veranlassende Einfluss nicht in einem Centraltheile des Nervensystems, sondern in einiger Entfernung von ihm; er ist weder willkührlich in seiner Thätigkeit, noch direct in seinem Laufe; er wird im Gegentheil durch geeignete Reize erregt, die indessen nicht unmittelbar mit der Muskelfaser in Berührung kommen, sondern mit gewissen häutigen Theilen, von wo der Eindruck zum Rückenmarke geleitet und von dort reflectirt wird, und entweder wieder zu dem Theile gelangt, auf den der Eindruck geschah, oder zu einem andern, der von ihm entfernt ist, wo nur Muskelcontraction stattfindet. Diese Reflexfunction besteht als eine ununterbrochene Muskelthätigkeit, als eine Kraft, die über Organe herrscht, welche nicht wirklich in einem Zustande von Bewegung sind und hält in einigen eine Oeffnung (Stimmritze), in andern eine Schliessung (Sphincteren), in den Gliedmaassen das gehörige Gleichgewicht der Muskeln (den Tonus derselben) aufrecht. — Für diese Reflexfunction nun nimmt *M. Hall* ein eigenes Nervensystem, das excito-motorische, an, bestehend aus: *a)* dem Centrum, d. i. das eigentliche Rückenmark, ganz unabhängig vom Gehirne und verschieden von dem gewöhnlichen Rückenmarke oder den Intraspinalnerven; und *b)* den mit diesem Centrum zusammenhängenden excito-motorischen Nerven, die physiologisch von den sensitiven und motorischen Nerven verschieden sind. In diesen Nerven ist die Leitung ebenfalls entweder centripetal, d. s. einfallende, excitorische, oder centrifugal, d. s. reflectirende, motorische Nerven. Zu den erstern gehört: 1) der *nerv. trifacialis* (5. Hirnnerv), entstehend: von den Augenwimpern, Nasenflügeln, Nasenlöchern, dem Rachen und Gesichte; 2) der *vagus*, entstehend: vom Schlunde, Kehlkopf, den Bronchien, dem Magenmunde, der Leber und den Nieren; 3) die hintern Spinalnerven, entstehend: von der allgemeinen Oberfläche, der *glans penis* oder *clitoridis*, dem After, Blasen- und Mutterhalse. Zu den reflectirenden Nerven gehören: 1) *nerv. trochlearis*; 2) *nerv. abducens*; 3) die *portio minor* des *trigeminus*; 4) *nerv. facialis* zum *m. orbicularis* und *levator alae nasi*; 5) *nerv. vagus* in seinen accessorischen Zweigen: *rami pharyngei*, *laryngei*, *bronchiales etc.*; 6) *nerv. myoglossus*; 7) *nn. spinales* sich vertheilend: im Zwerchfelle, den Intercostal- und Abdominalmuskeln; 8) *nn. sacrales*, sich verzweigend: in den Schliessmuskeln, Expulsoren, Ejaculatoren, Fallopischen Röhren und dem Uterus. Als physiologische Wirkungen dieses wahren Spinalsystems sieht *Hall* die bei der Deglutition, Stimmbildung, Athmung, Entleerung der Se- und Excreta, Zeugung und bei heftigen Gemüthsaffecten vorkommenden automatischen Bewegungen, sowie den Tonus der Muskeln an.

Ueber die **Reflexbewegungen** stellt *Volkmann* folgende Erfahrungssätze auf. 1) Diese Bewegungen kommen dadurch zu Stande, dass ein Centralorgan den Reiz, welchen centripetal leitende Nerven ihm zugeführt haben, auf motorische überträgt, und somit auf contractile Gebilde zurückwirft. — 2) Als Centralorgane reflectorischer Bewegungen dienen nicht blos das Rückenmark und *medulla oblongata*, sondern auch das Gehirn und die Ganglien. — 3) Die Reflexbewegungen sind nicht an die Integrität der grössern Centralorgane, wie des gesammten Rückenmarks, gebunden, sondern können auch durch kleine, aus dem Zusammenhange gerissene Stücke eines solchen vermittelt werden. — 4) Das Zustandekommen der Reflexbewegungen ist an die Integrität derjenigen Nerven gebunden, welche den Reiz primär nach innen und secundär nach aussen leiten. — 5) Diejenigen Fasern, welche den Reiz nach innen leiten, treten für die Rückenmarksnerven durch deren hintere Wurzeln, für den Trigeminus durch dessen grosse Wurzel. Die Fasern

dagegen, welche den motorischen Reiz nach aussen leiten, liegen für die genannten Nerven in den vordern Wurzeln und in der kleinen Partie des Trigeminus. — 6) Einseitige Zerstörung der hinteren oder vorderen Rückenmarksnerven-Wurzeln ist hinreichend, um das Zustandekommen reflectorischer Bewegungen unmöglich zu machen. — 7) Nicht alle Nerven, nicht einmal alle mit Sensibilität begabten, sind in gleichem Grade befähigt, durch Reize, welche sie treffen, Reflexbewegungen zu erregen. *Volkmann* glaubt bemerkt zu haben: *a)* nur durch Reizung der Nerven, welche sich in der Hautbedeckung ausbreiten, entstehen allgemeine Reflexbewegungen, d. h. Bewegungen im Stamme und in den Extremitäten. *b)* Nach unmittelbarer Reizung der Hautäste entstehen fast immer viel lebhaftere und viel ausgebreitetere Bewegungen, als nach Reizung der Stämme, aus welchen jene Aeste hervorgehen. *c)* Nächst den Nerven der Hautbedeckungen waren es die der sensibeln Schleimhäute, welche die lebhaftesten Reactionen ergaben. Auch hier veranlasst die Erregung der peripherischen Enden weit entschiedenere Wirkungen als die Reizung der Stämme. *d)* Nach Durchschneidung des Trigeminus gelang es in keinem Falle durch Reizung der Gesichtshaut und der vordern Zungenhälfte Reflexbewegungen zu vermitteln, was andeutet, dass der *nerv. facialis, hypoglossus* und diejenigen Zweige der Halsnerven, welche durch den *ramus descendens hypoglossi* zur Zunge gehen, wenig oder gar nicht zur Hervorbringung von Reflexbewegungen geschickt sind. *e)* Irritation der Zungenwurzel, des weichen Gaumens und Rachens vermittelt Schluck- und Würgbewegungen, auch nach Durchschneidung des Trigeminus. Offenbar dienen das 9. und 10. Paar als Excitatoren, aber nur in einem sehr beschränkten Kreise von Muskeln. *f)* Durch Reizung des Sympathicus gelingt es bei enthaupteten Fröschen fast ohne Ausnahme, bei enthirnten Säugern fast nie, Zuckungen in willkührlichen Muskeln hervorzurufen. Nur bei Reizung der Verbindungsäste des Sympathicus mit den Spinalnerven sind reflectorische Bewegungen nicht selten. — 8) Die Lebhaftigkeit und Ausdehnung der Reflexbewegungen steht bei Reizung eines und desselben Nerven in ziemlich directer Proportion zur Stärke des angewandten Reizes, doch kommen einige sonderbare Ausnahmen vor, wie Lachen nach Kitzel. — 9) Die Dauer der Reflexbewegung, verglichen mit der Dauer des Reizes, von welchem sie abhängt, ist nach Maassgabe der Umstände sehr verschieden. Im Bezirke des Sympathicus überdauert die Bewegung den Reiz oft sehr lange, in der Sphäre animaler Nerven dagegen nur selten. — 10) Erregt man die Hautbedeckungen, so sind es fast immer die zunächst liegenden Muskeln, welche den Vorzug der Reaction haben. — 11) Reizt man die Schleimhäute, so entstehen die motorischen Reactionen nicht sowohl in den zunächst liegenden Muskeln, als in denjenigen, welche mit der erregten Schleimhaut einen physiologisch zusammengehörigen Apparat ausmachen. So entsteht bei Reizung des Kehlkopfs Husten, bei Reizung des Schlundes Erbrechen u. s. w. — 12) Reizung analoger Theile bringt bei verschiedenen Thieren ziemlich verschiedene, nach den Orten bestimmte Bewegungen hervor. — 13) Combiniren sich verschiedene Muskeln zu einer Reflexbewegung, so ist die Combination stets eine mechanisch zweckmässige. — 14) In vielen Fällen haben die reflectorischen Bewegungen nicht nur den Charakter der Zweckmässigkeit, sondern sogar einen gewissen Anstrich der Absicht. — 15) In krankhaften Zuständen der Centralorgane entstehen Reflexbewegungen in Form von Krämpfen. — NB. Die einfachen Reizbewegungen, durch Reizung motorischer Nerven erregt, unterscheiden sich von den Reflexbewegungen dadurch, dass jene nur einen Tumult regelloser und sich unter einander widersprechender Bewegungen darstellen, während diese aus einem Zusammenwirken analoger Muskeln, aus zweckmässiger Combination verschiedener Muskelgruppen bestehen.

Müller stellt folgende Fälle für die Reflexbewegungen auf. 1) Am einfachsten ist der Fall, wenn die örtliche sensorielle Reizung, auf das Gehirn oder Rückenmark verpflanzt, blos örtliche Zuckungen erregt, und zwar in den nahe gelegenen Theilen, deren motorische Fasern in der Nähe

mit den sensitiven vom Rückenmarke abgehen; z. B. das Zittern der Glieder, welche sich heftig verbrennen; die Contractionen der Dammmuskeln beim Coitus; Husten bei Reizung der Bronchialschleimhaut u. s. f. — 2) Die sensitive Erregung ist rein örtlich, die rückwirkende vom Gehirn aus aber ausgebreiteter, auf eine grössere Gruppe von Bewegungsnerven vertheilt; wie Husten, Niesen, Erbrechen, unwillkührlicher Stuhlgang von Reizung der betreffenden Schleimhäute. — 3) Es kann die Ausdehnung der reflectirten Bewegungen fast alle Rumpfnerven afficiren, wenn sich die Irritation des Rückenmarks ausdehnt; und dies mit oder ohne Mitleidenschaft der Respirationsorgane. Hierher gehören die verschiedenen Krämpfe; der höchste Grad ist der epileptische Krampf von örtlicher Nervenaffection und der *tetanus traumaticus.*

Function des Gehirns.

Das Gehirn, das Organ aller mit Bewusstsein einhergehenden Lebensverrichtungen, dessen hauptsächlichste Function darin besteht, das höchste und oberste Grundvermögen, das Bewusstsein *(conscientia)*, zu vermitteln, ist die Quelle der intellectuellen Fähigkeiten, der Sitz der Geistesthätigkeiten, der Seelenwirkungen, welche durch die Nerven, deren Wirkungen alle übrigen Theile zu erfahren haben, angeregt und ausgeführt werden. Damit ist aber noch nicht gesagt, dass das Wesen der Seele blos im Gehirn seinen Sitz habe, oder gar auf diesen oder jenen Theil desselben beschränkt sei, sondern nur, dass die Seele durch die Organisation des Gehirns (und zwar des ganzen Gehirns) wirkt und thätig ist; nur durch das Gehirn sind Bewusstsein, Vorstellung, Gedanke, Wille, Leidenschaften und Affecte möglich. Denn wenn auch im befruchteten Keime das psychische Princip latent vorhanden ist, so muss dieser beseelte Keim doch erst die ganze Organisation des Gehirns erschaffen, damit dieses psychische Princip frei werde und wirke. — Es kommen übrigens im Gehirne, wie in allen übrigen Centralorganen, auch Reflexe zwischen den verschiedenen Nervenfasern zu Stande. Welchen besondern Functionen die einzelnen Hirntheile vorstehen, ist noch ganz unbekannt; die symmetrische Anordnung und das Doppeltsein derselben scheint darauf hinzudeuten, dass manche Theile gleichen Functionen dienen und vielleicht mittels der Commissuren zur Einheit in ihren Operationen veranlasst werden; auch kommt häufig einseitige Zerstörung ohne auffallende Beschränkung der Hirnthätigkeit vor.

Action des Gehirns. Nach *Müller* empfängt das Gehirn die Eindrücke aller sensibeln Nervenfasern des ganzen Organismus, wird ihrer bewusst, und weiss den Ort der Empfindung nach der Affection der verschiedenen Primitivfasern; es excitirt wiederum die motorische Kraft aller Bewegungsfasern und des Rückenmarkes bei der willkührlichen Bewegung. Die Action des Gehirns gleicht bei der Erregung eines gewissen Theiles unter den unendlich vielen Primitivfasern dem Spiele eines vielbesaiteten Instrumentes; der Geist ist der Spieler (Excitator), die Primitivfasern aller Nerven die Saiten, und ihre Anfänge im Gehirne die Tasten. — Anstatt dieser durchaus mechanischen *Descartes*'schen Ansicht nehmen Andere an, dass jeder Nerv und wahrscheinlich auch jeder Faden eine eigenthümliche Beziehung zu einer bestimmten Seite der Seele einerseits, und zu einem gewissen Punkte der Peripherie andererseits habe, so dass jene sowohl ihre Wirkung auf einzelne Muskeln

vollführen, als auch den Ort, auf den ein Eindruck statt hatte, bestimmen kann. Für diese Ansichten scheinen die specifischen Energieen der einzelnen Sinnesnerven und die verschiedene Receptivität der Nerven für verschiedene Eindrücke zu sprechen. — Gegen die Annahme, dass die Seele beim Verkehr mit ihren Aussenwerken in diese sich versenke, und eine innige Gemeinschaft mit ihnen eingehe, wie Einige meinen *(Stahl, Burdach)*, so dass sie den Ort, wo wir etwas empfinden, erfahren und die Wirkung auf eine gewisse Bewegung bestimmen könne, spricht, dass die Empfindungen und Willensregungen nicht in den Aussenwerken der Seele ihren Sitz haben, sondern erst durch die Thätigkeiten der Centralorgane vermittelt werden.

Früher nahm man einzelne Theile des Gehirns als Sitz der Seele an; so *Cartesius* die Zirbeldrüse, *Vieussens* die Seitenventrikel, *Wrisberg* die Varolsbrücke, *Sömmerring* den Boden des 4. Ventrikels, *Schellhammer* das verlängerte Mark, *Drelincourt* das kleine Gehirn. Obgleich wir aber nur das ganze Gehirn als Seelenorgan ansehen können, so kann doch nicht in Abrede gestellt werden, dass gewissen Theilen des Gehirns auch eigene Verrichtungen zuzuschreiben sind, und zwar dienen sie um so mehr dem animalischen und organischen Leben, je mehr sie gegen das Rückenmark hin liegen, während die mehr vordern Theile für die geistigen Functionen bestimmt scheinen. *Carus* theilt das Gehirn, seiner physiologischen Bedeutung nach und entsprechend den 3 Schädelwirbeln, in eine vordere, mittlere und hintere Hirnmasse und basirt hierauf eine neue Kranioskopie. Die vordere Hirnmasse (Hemisphären des grossen Gehirns) vermittelt: das Vorstellen, Erkennen und Einbilden; sie ist also der Sitz der Intelligenz *(anima intellectiva)*; die mittlere Hirnmasse (Vierhügel) ist die Quelle des Gefühls vom Zustande des eigenen Bildungslebens (Gemeingefühl, *anima sensitiva*), des Gemüths; die hintere Hirnmasse (kleines Gehirn) vertritt das Wollen, Begehren und die Fortbildung der Gattung, ist das Organ des Thuns und Triebes *(anima activa* und *appetitiva)*. Das Weitere s. S. 290. — Was die physiologische Bedeutung der Fasern im Gehirne betrifft, so fand man theils solche, die aus dem Rückenmarke und den Nerven eintraten und entweder der Empfindung oder der Bewegung dienten, theils aber auch Fasern (im grossen Gehirne), die keine dieser beiden Functionen vermitteln, sondern für das Denken bestimmt scheinen (s. S. 531). Aus einigen physiologischen Beobachtungen scheint hervorzugehen, dass die Gefühls- und Muskelnerven des Stammes durch die Brücke in die Vierhügel, wahrscheinlich auch in die Hirnschenkel übergehen und höchstens bis zu den Sehhügeln vordringen; dass die Nerven der Eingeweide zum Theil im kleinen Gehirn enden (Dickdarm, Blase, Genitalien), zum Theil durch das kleine Gehirn und die Vierhügel hindurch in die Sehhügel und *corpora striata* übergehen (Magen, Dünndarm); keine Faser scheint sich bis zu den Hemisphären, der *glandula pinealis* und *pituitaria* und der grossen Commissur fortzusetzen. Die Nerven des Herzens erreichen nicht einmal die Brücke (nach *Budge*); auch scheinen selbst die höhern Sinne durch Zerstörung der Hemisphären des grossen Gehirns nicht jedesmal und nicht für immer gelähmt zu werden. Doch bedürfen alle diese Beobachtungen noch der Bestätigung. — Wegen der Kreuzung der Nervenfasern in der *medulla oblongata* (Pyramidenkreuzung) und unter den Vierhügeln (Haubenkreuzung) äussert die Thätigkeit (und Krankheit) der einen Hälfte des Gehirns ihren Einfluss auf die entgegengesetzte des Körpers.

1) Das verlängerte Mark bringt das Gehirn mit dem Rückenmarke in Wechselwirkung; in ihm müssen sich alle Eindrücke der Aussenwelt und des Körpers auf die Seele zuerst sammeln, und von ihm aus wirkt die Seele auf den Körper und die Aussenwelt. Hinsichtlich seiner Kräfte und Organisation gleicht es dem Rückenmarke. — Aus Versuchen scheint hervorzugehen: dass es die Quelle der Herz- und Athembewegungen, sowie auch der Sitz des Willenseinflusses und des Empfindungsvermögens ist, während die Aufmerksamkeit auf die Empfindungen und die Fähigkeit, Vorstellungen aus diesen zu bilden, nur dem grossen Gehirne zuzukommen scheint. Selbst wenn das grosse und kleine Gehirn gleichzeitig und vollständig entfernt werden, so dass das verlängerte Mark allein übrig ist, sind nämlich Zeichen von Willkühr und

Empfindung unverkennbar. Dagegen wollen Manche *(Hall, Grainger, Kurschner)* die von der *medulla oblongata* ausgehenden Bewegungen nur als reflectorische ansehen.

2) Die Vierhügel gehören mit den *thalamis opticis* zu dem Centralapparate des Gesichtssinnes. *Budge* will durch Versuche gefunden haben, dass die *corpora quadrigemina* und das *corpus striatum* das Centralorgan für die Bewegungen des Darmkanals sind, welche von hier auf den vordern Theil des Rückenmarks und dann auf den *plexus coeliacus* übergehen. Dagegen scheinen die Vierhügel und das kleine Gehirn von keinem sichtbaren Einflusse auf die Gefühlsnerven zu sein.

3) Das kleine Gehirn ist, nach *Flourens'* und *Hertwig's* Versuchen, für sich nicht sensibel und nur zur Verbindung der Bewegungen für einen gewissen Zweck (Coordination der Bewegungen) nöthig. In ihm zeigen sich die Wirkungen von Verletzungen immer kreuzend auf der entgegengesetzten Seite des Rumpfes. Nach *Gall* soll das kleine Gehirn das Centralorgan des Geschlechtstriebes sein; Einige sehen es als die Quelle aller unwillkührlichen Bewegungen an. — Nach *Budge* ist das kleine Gehirn der Hemmungsapparat für die ungezügelte Bewegungskraft und hat keinen Einfluss auf die Gefühlsfasern. Derselbe bemerkte auch, dass, wenn er das kleine Gehirn bei einem getödteten Kater mit der Spitze des Messers reizte, sich der Hode aufrichtete, praller und gespannter wurde, und zwar geschah dies am rechten Hoden, wenn er die linke Hemisphäre stach und umgekehrt. Es ist demnach das kleine Gehirn die Stelle, an welcher die Nerven des Hodens ihren Endpunkt haben, die sich hier ebenfalls kreuzen und ziemlich oberflächlich liegen. Sollte sich vielleicht durch die Nachbarschaft der Wurzeln des *nerv. trigeminus* und der Hodennerven hier, das Wachsthum der Barthaare und die Sympathie zwischen Parotis und Hoden erklären lassen?

4) Hemisphären des grossen Gehirns. Sie enthalten besondere, wahrscheinlich dem Denken dienende Fasern und sind, obgleich nicht empfindlich, doch der Sitz der höhern Seelenthätigkeiten und des Triebes (s. S. 290); in ihnen gestalten sich die Empfindungen zu Vorstellungen *(sensorium commune)* und diese werden hier aufbewahrt, um gleichsam als Schatten der Empfindung wieder zu erscheinen. Von hier aus wendet sich die Seelenthätigkeit als Aufmerksamkeit bald mehr diesem, bald jenem Theile der sensoriellen Einwirkungen zu. — Was das Verhältniss beider Hemisphären zu einander betrifft, so scheint es, dass die Integrität einer Hemisphäre die andere bei den intellectuellen Functionen ersetzen kann. Die Commissuren scheinen die Ursache der Einheit der Wirkungen beider Hemisphären zu sein. — Das Uebergewicht in den intellectuellen Fähigkeiten und überhaupt des Gehirns des Menschen und der höhern Thiere über das der niedern hängt hauptsächlich von der Ausbildung dieser Hemisphären ab. — Mehrere Beobachtungen sprechen für den möglichen Sitz des Gedächtnisses im *corpus callosum*.

Sensibilität des Gehirns. Der grösste Theil des Gehirns ist für mechanische Reize unempfindlich; vollkommen unempfindlich sind die Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns, die Sehhügel und gestreiften Körper in ihrer obern Partie, der Balken, die durchsichtige Scheidewand, das Gewölbe, die Wandungen des 3. Ventrikels, der Trichter und Hirnanhang, die Zirbeldrüse. Eine geringe Empfindlichkeit besitzen die Schenkel des kleinen Gehirns, die Vierhügel und gestreiften Körper an ihrer Basis; eine sehr bedeutende Empfindlichkeit dagegen das verlängerte Mark, die Brücke und die Grosshirnschenkel. Hiernach scheint es, dass die empfindenden Fasern vom Rückenmarke durch die ganze Dicke der *medulla oblongata* nach oben steigen und in den Schenkeln des kleinen Gehirns, in den Vierhügeln und an der Basis der gestreiften Körper ihr Ende erreichen. — Wie nun das Gehirn die Empfindung überhaupt vermittelt, so vermitteln bestimmte Partieen desselben die Empfindung an bestimmten Körpertheilen. Das grosse Gehirn scheint auf die Empfindung nur geringen Einfluss zu haben, doch kann von den Hemisphären aus die Sensibilität der gegenüberliegenden Körperhälfte zerstört werden; für die Gefühlsnerven des Gesichts gilt das Gesetz der Kreuzung weniger. Geruch, Gesicht und Gehör schwinden bei Verletzung der Hemisphären noch leichter als das Tastgefühl. Die Wirkung der Hemisphären auf das Auge ist eine gekreuzte, ob auf die übrigen Sinne ebenfalls, ist unbekannt. Die Sensibilität der Gesichtsnerven ist besonders abhängig von den Seh- und Vierhügeln, und auch hier ist die Wirkung eine kreuzweise.

Bewegungskraft des Gehirns. Vom Gehirn können ebensowohl willkührliche (s. S. 386) als unwillkührliche Bewegungen ausgehen. Bei den ersteren darf man aber wohl nicht glauben, dass die Seele den motorischen Vorgang regulirt, denn sie kennt weder die Nerven, noch die Muskeln, auf deren Benutzung es ankommt, sie gibt mehr nicht als einen Anstoss her, aus dem etwas Geregeltes deshalb hervorgeht, weil das Gestossene so geordnet ist, dass es sich ordnungsmässig bewegen muss *(Volkmann)*. Die un-

willkührlichen Bewegungen dürften wohl nur reflectirte sein. — Bei mechanischer Reizung des Gehirns ergibt sich, dass dieselben Hirntheile, welche sich unempfindlich zeigen, auch keine Bewegungen vermitteln, so dass also auch die motorischen Fasern nicht tiefer in das Gehirn einzudringen scheinen, als die sensitiven (s. vorher). Bei Reizung der Vierhügel, der Brücke, der Pyramiden oberhalb der Kreuzungsstelle entstehen Convulsionen auf der entgegengesetzten Körperhälfte. In Bezug auf das verlängerte Mark haben mehrere Beobachter (namentlich *Flourens*) behauptet, dass die Convulsionen nur auf der mit der Verletzung gleichnamigen Seite auftreten. Dies ist aber nach *Volkmann* nicht richtig. Derselbe erregte durch einseitige Reizung des verlängerten Markes (bei Fröschen) nicht selten allgemeine Convulsionen und in einigen Fällen sah er Zuckungen der Augenmuskeln auf der gleichen und Convulsionen des Hinterbeins auf der gegenüberliegenden Seite. Auch *Budge* beobachtete, dass Reizung der einen Seite des verlängerten Markes Convulsionen erregte, welche in den vordern Extremitäten auf der entsprechenden Körperseite, in den hintern dagegen auf der gegenüberliegenden auftraten. — Was die Zerstörung gewisser Hirntheile betrifft, so kann nicht leicht irgend ein Hirntheil verletzt werden, ohne dass Muskellähmung entstände und zwar gewöhnlich auf der Seite des Körpers, welche der Verletzung gegenüber liegt. Weniger regelmässig zeigt sich kreuzweise Wirkung in den Muskeln des Gesichts, und die Lähmung der Augenmuskeln entsteht vielleicht noch häufiger auf der kranken, als auf der gesunden Hirnseite. Merkwürdig ist es, dass, während Lähmung auf der entgegengesetzten Seite des Hirnleidens zum Vorschein kommt, in demselben Falle Convulsionen auf der gleichnamigen Seite auftreten. Dagegen machte *Magendie* die interessante Bemerkung, dass Verletzungen der Pyramiden oberhalb der Kreuzungsstelle Convulsionen auf der gegenüberliegenden und Lähmung auf der gleichnamigen Seite veranlassen. — Das kleine Gehirn dürfte auf die Coordination der Ortsbewegungen einen vorzugsweisen Einfluss ausüben; doch scheinen auch noch andere Theile des Gehirns auf die Anordnung der Bewegungen Einfluss zu haben. — Das verlängerte Mark vermittelt die Coordination in den rhythmischen Athembewegungen; es scheint aber die motorische Wirkung dieses Hirntheiles keine gekreuzte zu sein, und die synchronischen Athembewegungen beider Körperhälften scheinen ohne ein Organ zu Stande zu kommen, welches die Seitentheile des Rückenmarks verbindet. *Volkmann* konnte nämlich die *medulla oblongata* in der Mittellinie der Länge nach theilen, ohne dass das Athmen irgendwie gestört worden wäre. — Der Einfluss des Gehirns, besonders wohl des verlängerten Markes, auf die Bewegungen des Herzens (s. S. 491) lässt sich nicht verkennen. Dagegen hält *Volkmann* die Experimente, durch welche *Valentin* und *Budge* einen motorischen Einfluss des Gehirns auf Magen und Darmkanal zu beweisen suchen, für unsicher. — Sehr merkwürdig ist die Erscheinung, dass einseitige Verletzungen des kleinen Gehirns wie bei den Thieren so auch bei den Menschen Drehbewegungen, und zwar in der Richtung nach der verletzten Seite und mit vollem Bewusstsein, zur Folge haben.

Magendie nimmt an, dass bestimmte Hirntheile die Organe von bewegenden Kräften abgäben, welche sich polarisch entgegengesetzt wären und gegenseitig im Gleichgewichte hielten. Die gestreiften Körper sollen die bewegende Kraft nach hinten vermitteln, das kleine Gehirn die bewegende Kraft nach vorn. Beide Kräfte sollen sich aufheben, so lange die Organe beider wirksam sind, dagegen müsse nach Wegnahme des kleinen Gehirns eine rückgängige Bewegung entstehen, weil nun die zurücktreibende Kraft der gestreiften Körper ohne Gegengewicht wirke. Auf gleiche Weise soll die rechte Hemisphäre des kleinen Gehirns die bewegende Kraft nach links und umgekehrt die linke Hemisphäre die bewegende Kraft nach rechts bedingen. Allein diese Ansicht erklärt durchaus nicht die bis jetzt beobachteten Bewegungsphänomene.

Nach *Budge* geschieht die Anregung zu den Bewegungen am Centralende, welches sich in der Brücke, den Vierhügeln und dem Anfangstheile des verlängerten Markes befindet; hier (nicht im ganzen Verlaufe der Nervenfaser) müssen wir den Ursprung einer Kraft annehmen, welche motorische Kraft heissen kann und sich von hier den Bewegungsfasern mittheilt. Da nun aber eine jede Kraft, so lange sie ist und so lange die Materie, in der sie sich äussert, noch in ihrem normalen Zustande verharret (denn Materie und Kraft bedingen sich gegenseitig), ununterbrochen fortwirkt (denn eine ruhende

Kraft gibt es nicht), so muss auch die motorische Kraft immer thätig sein und sie würde auch fortwährend Bewegungen hervorrufen, wenn ihr nicht eine andere Kraft (wie der Repulsivkraft die Attractionskraft) entgegen wirkte. Diese letztere Kraft, die Hemmungskraft, hat aber ihren Sitz im kleinen Gehirne und dieses ist also der Hemmungsapparat für die ungezügelte Bewegungskraft; in ihm scheinen auch bestimmte Gegenstände auf bestimmte Central-Bewegungsorgane hemmend einzuwirken (z. B. die Hemisphären auf die *medulla oblongata*, die *crura cerebelli ad pontem* auf die Brücke; die obern Schichten des Cerebellum stehen zu den obern Körpertheilen in Beziehung). Deshalb machen Thiere nach der Enthauptung noch fortwährend Bewegungen, welche zwar wegen der Gruppirung der motorischen Fasern eine gewisse Uebereinstimmung zeigen, aber doch ohne Zweck und mehr die freie Aeusserung einer ungebundenen Kraft sind. Hiernach brauchen wir also zu einer geregelten Bewegung keine Kraft, welche die einzelnen Nervenfasern gleichsam zu bestimmten Gruppen sammelt, auch kein Organ, welches die zum Gebrauch eben nöthigen Nerven anregt, denn wir haben in den motorischen Centren und Nerven ein immer thätiges Organ, sondern wir brauchen nur Ruhe, Hemmung in allen Bewegungen, mit Ausnahme der einzigen, welche eben entstehen soll. Die motorische Kraft hört aber nie auf, so lange die Centralnerventheile, in denen sie erzeugt wird, belebt sind, ebenso brauchen die Kraft und die Centraltheile niemals Ruhe oder Erholung, denn Ermüdung wäre nichts Anderes, als ein Ableben derselben. Anders verhält es sich dagegen mit den Conductoren dieser Kraft (Bewegungsnerven) und den Muskelfasern; diese Organe bedürfen von Zeit zu Zeit der Ruhe und Erholung, um zu neuer Thätigkeit geschickt zu werden. Deshalb die Erschlaffung nach Contractionen und die abwechselnde Thätigkeit zwischen Beugern und Streckern, so wie zwischen rechter und linker Seite. Jede geregelte Ortsbewegung wird dadurch bedingt, dass die einander entgegengesetzten Körpertheile in ein gewisses Verhältniss zu einander treten, dass sie vereint wirken, indem der eine Theil ruht, während der andere thätig ist. Wird ein Stück des Hemmungsapparates weggenommen, so muss der Theil, dessen motorische Kraft dadurch ungebundene Freiheit erlangt hat, in seiner Thätigkeit überwiegen. So wankt ein Thier, dem ein Theil des kleinen Gehirns weggenommen worden ist, bald mehr rechts, bald mehr links, bald nach vorn und bald nach hinten (wie in der Trunkenheit, die vielleicht in Affection des kleinen Gehirns besteht?); ist dagegen das ganze Cerebellum entfernt, dann treten dieselben Erscheinungen und ungebundenen Bewegungen wie bei geköpften Thieren ein. — Durch die freie Bewegungskraft und durch die Hemmungskraft, welche beide in Millionen von Fäserchen sich entwickeln, die durch den künstlichsten Bau mit einander verbunden sind, lassen sich nun allerdings die mannichfaltigsten Arten von Bewegungen hervorbringen, die grösste Regelmässigkeit, die grösste Harmonie sich schaffen. Aber es fehlt noch der Motor, der das Gegebene zu benutzen versteht, die Kraft, die das Bewegen durch die Hemmung leitet und beherrscht; diese Kraft ist nun der nicht weiter zu erklärende Trieb, das Erkennen, und wird durch die Empfindung vermittelt. Dieser Trieb ist entweder ein äusserer, durch äussere Dinge hervorgerufener, bei welchem sich der Körper relativ passiv verhält, indem er die Einwirkung nicht veranlasst, oder ein innerer, activer, bei dem sich der Körper der Aussenwelt nähert, um mit ihr in Verkehr zu treten; er thut dies entweder aus Instinct, eigenem von Gott eingepflanzten Willen (d. i. die Fähigkeit, eine Handlung auszuführen, die in dem gegebenen Falle das Individuum, welches sie ausführt, auch lassen kann), oder von aussen durch die Empfindungs- und Sinnesnerven dazu veranlasst. Der Zweck des Triebes ist überall, wie und wo er auch auftreten mag, Erhaltung, und daraus folgt, dass jede Aeusserung des Triebes eine zweckmässige ist. Auch selbst bei enthaupteten Thieren zeigen noch die Bewegungen, welche durch die Empfindungsnerven veranlasst werden, den Ausdruck der Zweckmässigkeit, während dies bei denjenigen, die ohne Reizung erfolgen, nicht der Fall ist. Der äussere Trieb wird stets auch unbewusst auftreten, wo nur entsprechende Bewegungs- und Empfindungsfasern mit einem Stückchen Centralorgane vereinigt vorkommen; der innere Trieb tritt dagegen nur mit Bewusstsein und nach Vorstellungen auf, also nur in der Herrschaft des grossen Gehirns. Niemals entsteht aber im normalen Zustande irgend eine Bewegung, ohne dass eine Empfindung oder Vorstellung ihr vorausgegangen ist; einer bestimmten Vorstellung und Empfindung kann aber deshalb sehr leicht eine bestimmte Gruppe von Bewegungen folgen, weil die Elemente einer jeden Bewegung durch die Nervenlagerung in den Centraltheilen gegeben sind. Selbst der innere Trieb ist an gewisse Vorstellungen und Empfindungen enge geknüpft, und so individuell verschieden diese auch sein mögen, jeder folgt eine bestimmte ganz nothwendige Bewegung; wie ferner die Vorstellungen und Empfindungen entstehen mögen, sobald sie einmal da sind, bleibt nie die individuell ganz bestimmte Bewegung aus. Von der Freiheit der Vorstellungen also und von der Ausführbarkeit der Bewegungen nach den gegebenen Vorstellungen hängt die Willensfreiheit ab. — Der Sitz des innern Triebes ist in den Hemisphären des grossen Gehirns; hier werden die Empfindungen bewusst, die Sinneseindrücke werden zu Vorstellungen, hier combiniren sich die Vorstellungen und von hier aus werden die zweckmässigen Bewegungen ausgeführt, welche vom innern Triebe ausgehen (s. beim Gehirn).

Beziehungen der geistigen Thätigkeiten zum Gehirne.

Die bisherigen, über das Gehirn angestellten Untersuchungen ergeben auch eine Reihe von Grundvorstellungen, welche auf die psychologische Auffassung des Seelenlebens von einigem Einflusse sind. *Valentin* stellt hierüber folgende Sätze auf. 1) Die zweckmässige Combination der einzelnen Muskeln und Muskelgruppen, die sogenannten instinctiven Handlungen und Reactionen sind die Folge einer prästabilirten functionellen Einrichtung der Elemente des centralen Nervensystems und nicht etwa einer besonderen Thätigkeit unseres

Geistes. — 2) Die höheren geistigen Thätigkeiten bedürfen nur vorzüglich der Vermittelung einer Abtheilung des centralen Nervensystems, nämlich des grossen Gehirns. — 3) Die blosse Auffassung der Sinneseindrücke kann wahrscheinlich ebenfalls ohne Grosshirnhemisphären, ihre geistige Verarbeitung dagegen nicht ohne diese bestehen. — 4) Gleichwie die rohen Sinnesempfindungen ohne grosses Hirn möglich sind, so kann auch umgekehrt das höhere geistige Denken bei Mangel der Sinneseindrücke bestehen und durch Erziehung und fortgesetzte Selbstbildung zur Erkenntniss der moralischen Wahrheiten geführt werden. — 5) Kein Sinnesorgan kann die Energie eines andern übernehmen; allein der gänzliche Mangel eines Sinneswerkzeuges zwingt zu einer ausserordentlichen Uebung des andern. — 6) Obgleich die Grosshirnhemisphären die Vermittler der höheren geistigen Thätigkeiten bilden, so können diese doch selbst nach einem bedeutenden Substanzverluste der ersteren fortbestehen. Nur darf der Substanzverlust nicht beide Hemisphären betreffen, denn während oft bedeutende einseitige Desorganisationen ohne sichtlichen Nachtheil ertragen werden, greifen in der Regel selbst minder ausgedehnte Verletzungen beider Hemisphären tiefer ein. — 7) Auf die Verhältnisse der Windungen der Grosshirnhemisphären ist kein grosses Gewicht zu legen. Bei sehr geistreichen Menschen sollen die Windungen zahlreicher und auf beiden Seiten asymmetrischer sein; allein dies findet sich bisweilen auch beim Cretingehirne. — 8) Einflussreicher erscheinen die Theile, welche die Ventrikel des grossen Gehirns und vorzüglich die Seitenhöhlungen desselben begränzen. — 9) Die Hypothese, dass der Mensch im Verhältniss zu seinem Körpergewichte das grösste Gehirn besitze, ist nicht allgemein richtig, sobald man sich an die Normen des Erwachsenen hält. Die günstigste Proportion erscheint in dieser Hinsicht bei dem Neugebornen, die ungünstigste in dem reiferen Lebensalter (s. S. 445). Obgleich die absolute Masse des Frauengehirns im Allgemeinen kleiner als die des männlichen ist, so bleiben sich doch die relativen Zahlen in Rücksicht auf das Körpergewicht im Wesentlichen bei beiden Geschlechtern gleich. Das grosse Gehirn ist durchschnittlich 6 bis 7 Mal so schwer als das kleine, das verlängerte Mark mit der Brücke und den Vierhügeln und das Rückenmark zusammengenommen. Bei angeborenem Blödsinne (Mikrocephalie) findet sich bisweilen kaum die Hälfte des normalen Gewichts. — 10) Die geistigen Thätigkeiten, deren materiellen Vermittler das grosse Gehirn vorzugsweise oder ausschliesslich bildet, zerfallen rücksichtlich der Ausdehnung ihrer Wirkungen in zwei ziemlich scharf geschiedene Abtheilungen. Das ruhige Verstandesdenken beschränkt sich nur auf das Gehirn, und die übrigen Functionen des Körpers werden nicht direct durch dasselbe afficirt. Anders verhält es sich mit den Gemüthsbewegungen; diese bedingen durch Erregung des kleinen Gehirns, des verlängerten Markes und Rückenmarkes (auf synergischem Wege nach dem Gesetze der peripherischen Reaction) die verschiedenartigsten Erscheinungen (in den Athmungs-, Circulations-, und selbst Digestions- und Harnorganen. Die Regungen des Geschlechtstriebes gehören ebenfalls hierher. — 11) Da die Eindrücke der Sinneswerkzeuge ihre höhere geistige Verarbeitung erst durch Vermittelung der Grosshirnhemisphären empfangen, so können sie auch von diesen aus synergisch in Anspruch genommen werden. Es zeigt sich dies am deutlichsten bei den Thätigkeiten, die man der Phantasie zuschreibt. Hat uns eine Sinnesanschauung anhaltend gefesselt, so drückt sie sich gleichsam in den entsprechenden Centraltheilen dergestalt ab, dass sie auch ohne unseren Willen im subjectiven Gesichtsfelde zum Vorschein kommt (d. i. Sinnesgedächtniss). — 12) Die Stimmung des grossen Gehirns ändert sich durch die verschiedensten Ursachen sehr leicht und gibt dann die Wirkungen ihrer Metamorphose durch psychische, wie körperliche Erscheinungen zu erkennen. Gewohnheit und Uebung verändern auch hier die Folgeerscheinungen. — 13) Manche rein geistige Operationen des Denkens wiederholen gewisse Normen der materiellen Processe des Organismus und es kehren hier vorzüglich die Gesetze der Anziehung des Analogen und des Gleichgewichtes wieder.

Hierauf beruhen die Erscheinungen der Ideenassociation, der Begriffs- und der Schlussbildung. — [Ueber Cranioscopie s. S. 289.]

Die Seele, den Geist, denken sich Viele als ein immaterielles Princip, welches im Organismus und namentlich im Gehirne wohne. Hiermit würde sie zwar abhängig von diesem, aber die Abhängigkeit wäre zufälliger Art und daure nur für die Lebenszeit, nach deren Verlaufe sie frei würde und als selbstständige Substanz fortdaure. Physiologisch ist es aber unmöglich, das psychische Princip von dem Lebensprincipe zu trennen. Die Seelenthätigkeiten sind den Lebensthätigkeiten ganz und gar ähnlich und beide sind unter einander auf das innigste vereinigt; beide sind an Organe gebunden, beide wachsen bis zu einem gewissen Punkte ihres Daseins und nehmen dann wieder ab, beide unterliegen den Gesetzen der Reizbarkeit, und das vernünftige aber bewusstlose Wirken der Lebenskraft reproducirt sich und steigert sich in der Seele zum bewussten. Wichtig ist auch, dass eine Lebensthätigkeit, nämlich die Zeugung, das seelische Princip fortpflanzt und vervielfältigt, und dass die Sinnesempfindungen, welche wohl Niemand von der Seele trennt, ebenso unverkennbar Acte der Sinnesorgane sind, als die Muskelbewegungen Lebensacte der Muskeln. Man dürfte also wohl Leben und Seele nicht für gesonderte Principe ansehen, und das Verhältniss der Seele zum Gehirn wäre wesentlich dasselbe wie das des Lebens zum Organismus. Leben und Organismus fallen aber zusammen, und es ist weder das Leben die Ursache des Organismus, noch der Organismus die Ursache des Lebens. Die Ursache beider liegt in Gott; er fasste den Gedanken des Lebens und der Gedanke wurde zur Wirklichkeit in der Materie. *(Volkmann.)*

Wachen und Schlaf. Im Organismus des Menschen lassen sich zweierlei Thätigkeiten unterscheiden, bewusste und unbewusste. Die ersteren können nur mit Hülfe des ungetrübten Gehirns (Sensoriums) vor sich gehen, letztere (die Processe des vegetativen Lebens) sind dagegen vom Rückenmarke und Sympathicus mehr oder weniger abhängig. Doch übt auch auf die unbewussten Thätigkeiten das Gehirn indirecten Einfluss aus und es können von diesem bei Aufhebung des Bewusstseins (mittels Reflex) Thätigkeiten unbewusst hervorgerufen werden, welche sonst bei vollem Bewusstsein auftreten. — Den gewöhnlichen Zustand der allgemeinen Erregung der bewussten Thätigkeiten nennt man das Wachen; dagegen die in periodischer Wiederkehr, in Folge des Wachens eintretende Erschöpfung mit Bewusstlosigkeit, den Schlaf, während welches die Functionen des wachen Lebens ruhen, dagegen die unbewussten Thätigkeiten, wie: Herzschlag, Athmung, Magen- und Darmbewegungen, Secretionen und selbst zweckmässig combinirte Bewegungen fortbestehen. Ein Mittelzustand zwischen Wachen und Schlafen, ein Schlafwachen, ist der Traum. Dem Schlafe nach dem Grade des Bewusstseinsmangels mehr oder weniger ähnliche, theils physiologische, theils pathologische Zustände sind: verschiedene ekstatische Affectionen, magnetisches Wachen, Schlafwandeln, Delirium, Narcotisation, Schlafsucht, Winterschlaf, Ohnmacht, Scheintod.

Der Schlaf kommt also nur dem Gehirne zu und bietet die nothwendige Erholung desselben von seiner Thätigkeit dar. Diese Erholung durch den Schlaf ist um so nothwendiger, je mehr der Körper und Geist durch die vorhergehende Thätigkeit erschöpft wurden. Stets kommt übrigens dem Schlafe eine periodische Wiederkehr und das Erwachen zu; Bewusstlosigkeit, ohne irgend eine Aussicht zum Erwachen, ist kein Schlaf mehr. Die materiellen Veränderungen im Gehirne, welche den Schlaf be-

dingen, konnten bis jetzt noch nicht erforscht werden. Vielleicht findet, wie bei den Winterschläfern, eine grössere Blutfüllung der Capillaren und Venen des Gehirns statt? — Das Herannahen des Schlafes, nach Umlauf des gewöhnlichen Zeitmaasses der Anstrengungen des Gehirns, gibt sich durch Erlahmen der Kräfte, Energielosigkeit der Sinneseindrücke, Verdunklung der Sinne und Umnebelung der Intelligenz zu erkennen. Die Dauer des Schlafes beträgt im mittlern Lebensalter meistens ein Drittel des Tages, in der frühesten Jugend über die Hälfte, im Alter etwa ein Viertel. Gewöhnlich fällt der Schlaf mit der Nacht zusammen; jedoch findet hier kein nothwendiger Causalitätsnexus statt; wir können auch die Periodicität des Schlafens und Wachens ohne irgend einen Nachtheil willkührlich verkehren. In der Regel ist der Schlaf in den ersten Stunden tiefer und nimmt später an Intensität ab. — Während des Schlafes wird die Respiration etwas verlangsamt, die einzelnen Athemzüge werden tiefer, gleichmässiger und geschehen mit etwas Geräusch, weil die Stimmritze und die Choanen sich verengen; der Wechsel der Luftarten in den Lungen ist ebenfalls verlangsamt und es ist deshalb die Menge der ausgehauchten Kohlensäure beinahe um $\frac{1}{4}$ geringer, als im Wachen; das Blut also venöser. Auch die Herzthätigkeit ist verlangsamt, der Blutlauf weniger flott, die Wärmeentwickelung herabgesetzt. Auch andere reproductive Processe erleiden während des Schlafes eine Verlangsamung, wie z. B. die Verdauung, die Se- und Excretionen; dagegen zeigt sich entschieden die Nutrition erhöht.

Cerebrospinalflüssigkeit (s. Bd. I. S. 476). Das Gehirn füllt den Schädel während des Lebens und im Normalzustande nie ganz aus, ebensowenig wie das Rückenmark den Spinalkanal. Es befindet sich nämlich in der Schädel- und Rückgrathshöhle noch eine ziemlich bedeutende Menge seröser Flüssigkeit *(liquor cerebro-spinalis)*, welche Gehirn und Rückenmark allenthalben umgibt und sich zwischen dem innern Blatte der *arachnoidea* und *pia mater*, im sogenannten Subarachnoidealraume *(Magendie's)*, ansammelt. Am *sinus rhomboideus* dringt sie in das Innere des Gehirns und füllt so auch die Ventrikel aus. In der Höhle der Arachnoidea findet sich während des Lebens und im Normalzustande nur so viel Feuchtigkeit, um die innere Oberfläche dieser serösen Membran glatt zu erhalten. Die Cerebrospinalflüssigkeit, von *Cotugno* schon erwähnt, ist dem Serum ähnlich, enthält neben dem Eiweiss und den Blut-Salzen auch Fett (Cholesterin und Cerebrot); in den Venenblutlauf gebrachte Stoffe (blausaures und Jodkali) finden sich nach *Magendie* in diesem Liquor sehr bald wieder, und die Veränderungen, welche die Zusammensetzung des Blutes erfährt, haben höchst wahrscheinlich auch auf die Beschaffenheit der Cerebrospinalflüssigkeit und oft auf Hirn, Rückenmark oder Nervenwurzeln Einfluss. Sie zeigt sich z. B. in der Gelbsucht und im gelben Fieber gelb, beim Typhus und Scorbut röthlich. Die Menge dieser Flüssigkeit ist nicht immer gleich gross, sie steht im Allgemeinen im umgekehrten Verhältnisse zur Grösse des Gehirns und Rückenmarks, beträgt im Mittel beim Erwachsenen etwa ℥ij, im Alter in Folge des Hirnschwundes weit mehr *(hyrdocephalus ex vacuo)*, in der Jugend weniger; in der Wirbelsäule bleibt die Menge sich mehr gleich. Die Absonderung des Cerebrospinalliquors geschieht von der *pia mater* und übrigens ziemlich schnell, wie sich dies nach ihrer Entfernung zeigt; er befindet sich in beständiger Bewegung, welche der Respiration entspricht, und diese wird wahrscheinlich durch die abwechselnde Anschwellung und Entleerung der Venengeflechte der Wirbelsäule veranlasst; beim Einathmen fliesst er in die Rückgrathshöhle, beim Ausathmen in Schädel- und Hirnhöhlen. Vielleicht hat auch der stossweise sich fortbewegende Blutlauf in den Hirngefässen Einfluss auf diese Bewegung. — Der Nutzen der Cerebrospinalflüssigkeit scheint der zu sein: 1) dass sie eine flüssige Atmosphäre um Gehirn und Rückenmark (wie die Amniosflüssigkeit um den Embryo) bildet, welche Stösse und Erschütterungen gleichmässig vertheilt und so die Centralnervenorgane vor partiellem Drucke schützt; 2) dass sie auf die Centralnerventheile und deren Häute einen gewissen Druck ausübt, welcher

zum normalen Thätigsein derselben nothwendig zu sein scheint, denn nach Entleerung dieser Flüssigkeit entstehen bedeutende Störungen im Hirn-Rückenmarksysteme; 3) dass sie die Nervenwurzeln von einander isolirt, so dass diese vor wechselseitigem Drucke geschützt sind; 4) dass sie beim Embryo einen Gegendruck auf den *liquor amnios* ausübt, und beim Neugebornen vor dem Luftdrucke schützt. Die Hirnrückenmarksflüssigkeit hält also nicht allein einem äussern Druck das Gegengewicht, sondern auch dem Drucke, welchen sie selbst von innen her auf die Wandungen der Hirnhöhlen ausübt. Vom Gleichgewichte beider Druckkräfte dürfte Gestalt, Verhältniss und Thätigkeit der einzelnen Hirntheile mit abhängig sein. Nach *Magendie* hat der Cerebralliquor auch Einfluss auf den Blutkreislauf im Gehirne; am Grunde des Hirns angehäuft, soll er die grossen Arterienstämme gegen den Druck wahren, welchen das Gehirn auf sie ausüben würde, wenn es die Schädelhöhle völlig erfüllte.

Bewegungen der Cerebrospinalachse. So lange die Schädelnähte noch nicht geschlossen sind (an den Fontanellen) und ebenso wenn die Schädelwandungen in grösserem oder geringerem Umfange durch Operationen, Verletzungen oder Krankheiten zerstört wurden (wohl aber nicht, wenn der Schädel vollkommen geschlossen ist), zeigt sich eine Bewegung am Gehirne in Gestalt eines rhythmischen Hebens und Senkens desselben. Diese Bewegungen sind doppelter Art, nämlich respiratorische mit Hebung des Gehirns beim Ausathmen und Sinken desselben bei der Inspiration, und circulatorische (oder arterielle) mit Heben bei der Herzsystole und dem Arterienpulse. Die ersteren sollen ihren Grund entweder in Anschwellung der Hirnvenen bei der Exspiration oder im Einströmen des Cerebrospinalfluidums aus der Rückgrathshöhle in die Hirnventrikel und in den Subarachnoidealraum der Hirnbasis haben. Die letzteren, welche sich auch Geschwülsten, die mit dem Gehirne oder den Hirnhäuten zusammenhängen, mittheilen, sollen nach Einigen vom hebenden Pulse der an der Schädelbasis verlaufenden grossen Arterienstämme, nach Andern von der während der Systole des Herzens absolut vermehrten Blutmenge in den kleinen und kleinsten Hirngefässen abhängig sein, also in einem alternirenden Schwellen und Einsinken des Gehirns *en masse* bestehen. — Das Rückenmark soll ebenfalls ein beständiges, mit den Athembewegungen synchronisches und von der Strömung des Spinalfluidums abhängiges Heben und Senken, dagegen keine pulsatorische Bewegung zeigen. Nach *Longet* nimmt man am Rückenmarke weder Ortsbewegung, noch abwechselnde Ausdehnung und Verkleinerung wahr.

Function des sympathischen Nervensystems.

Das sympathische, organische oder Ganglien-Nervensystem (s. S. 543 u. Bd. I. S. 544), welches auch das vasomotorische genannt werden könnte, da es hauptsächlich die Thätigkeiten der engern Röhren, wie der Gefässe, der Se- und Excretionskanälchen, vermittelt, dürfte wohl ebenso wie das Hirn- und Rückenmarks-Nervensystem aus centripetal- und centrifugal-leitenden (excitorischen und motorischen) Fasern bestehen. Diese doppelten Fasern, welche auffallend dünner als die Cerebrospinalfasern (aber sonst ebenso construirt wie diese) sind und in den Ganglien (in Ganglienkugeln) ihr centrales Ende haben, legen sich bald an cerebrale, bald an spinale Nervenfasern an, so dass ebensowohl Hirn- oder Rückenmarksnervenfäden in sympathischen Nervenzweigen, wie umgekehrt sympathische Fasern in den Cerebrospinalnerven gefunden werden. Auch in die Centralorgane des Cerebrospinalsystems treten sympathische Fasern ein. Die Gesetze, welche man im Cerebro-Spinalnervensysteme be-

obachtet, namentlich das Gesetz des Reflexes, finden wahrscheinlich auch im Sympathicus ihre Anwendung. — *Bidder* und *Volkmann*, sowie *Kölliker*, glaubten die Unabhängigkeit des Sympathicus vom Gehirne und Rückenmarke in anatomischer Beziehung sicher nachgewiesen zu haben, da sie die eigenthümlichen (dünnern und grauen) Fasern des Sympathicus und deren Ursprung aus den Ganglien und Ganglienzellen beobachteten, allein neuerlich hat *Wagner* entdeckt, dass von jeder Ganglienzelle stets 2 Fasern ausgehen, von denen die eine nach der Peripherie, die andere nach dem Centrum hin verläuft (s. S. 548), so dass die Ganglienzellen nicht mehr als Ursprungsstellen von Nervenfibrillen gelten können, sondern nur als in den Verlauf der Primitivfasern (ebensowohl der dickern cerebrospinalen, als dünnern sympathischen Fasern) eingeschobene Elementarorgane, welche weder die Isolation jeder einzelnen Faser, noch die Correspondenz einer jeden Fibrille mit entsprechenden Punkten in dem Centrum und in der Peripherie vernichten. Nicht alle (groben und feinen) Fasern treten durch eine Ganglienzelle, es gibt deren, welche in keine solche eingehen, dagegen passiren Fasern in ihrem Verlaufe vom Centrum nach der Peripherie höchst wahrscheinlich mehrere Ganglienzellen. Diese Zellen scheinen vorzugsweise, wenn nicht ausschliesslich, nur den centripetal leitenden (sensitiven) Fibrillen anzugehören und vielleicht für die Fortpflanzung der Reize von der Peripherie nach dem Centrum von Bedeutung zu sein (vielleicht die Intensität in der Fortpflanzung der Reize mässigend, oder Reflexe erleichternd). Sonach scheint es, dass das physiologische Geheimniss in der modificirten Thätigkeit der, sonst mit den Cerebrospinalnerven identischen, sympathischen Fasern nicht in dem vermeintlichen Ursprunge aus den Ganglienzellen, allerdings aber zum Theil in der vermuthlich mehrfachen Einschiebung derselben, liegen kann. Auch ist es sehr wahrscheinlich, dass die Feinheit der Elemente (die dünnern Fasern und kleinern Ganglienzellen) etwas Wesentliches für das sympathische System sind. [Vielleicht liegt hier etwas Aehnliches zu Grunde, wie beim Ohm'schen Gesetz in den Dimensionsverhältnissen der Leiter des galvanischen Stromes.] Den sympathischen Nerven könnte man nach dem Gesagten dann so definiren: aus Gehirn und Rückenmark entspringen dicke und dünne Fasern, welche letztere vorzüglich zum Herzen, an die Gefässe und vegetativen Organe treten, und sparsam mit andern dickern Fasern verbunden, den sogenannten sympathischen Nerven constituiren, aber auch in anderen Nerven, namentlich im Vagus, vorkommen. Ausserdem findet sich im sympathischen System um die Ganglienzellen und Fasern eine reichlichere Menge von Zellgewebe und Knötchenfibrillen angehäuft. — Die *Wagner*'sche Beobachtung, dass zwei Fasern von einer Ganglienzelle entspringen, lässt übrigens immer noch die Vermuthung zu, dass die eine dieser Fasern excitorische, die andere motorische Bedeutung hat; zumal da *Bidder* auch Ganglienzellen sah, von denen zwei Fasern dicht neben einander von dem seitlichen Umfange der Kugel ausgingen. In physiologischer Beziehung scheint die Unabhängigkeit des Sympathicus vom Gehirne und Rückenmarke ziemlich gross zu sein, denn nach

Zerstörung und bei Krankheiten dieser Centra dauern die vegetativen Processe ziemlich regelmässig fort.

Die verschiedenen Kräfte des Sympathicus fasst *Müller* in folgende Sätze zusammen. 1) Er hat Empfindung, doch ist diese in den vom *nerv. sympathicus* mit Zweigen versehenen Theilen ungleich schwächer und dunkler als in allen andern Theilen und nur sehr heftige Eindrücke können die ganze Empfindungskraft dieser Theile so stark, wie in anderen Organen aufregen, was von den Ganglien abzuhängen scheint, welche die Natur eines Halbleiters haben und die Leitung schwächerer Eindrücke verhindern, dagegen bei grosser Intensität der Reizung die Leitung zulassen. — 2) Er besitzt motorischen, aber unwillkührlichen Einfluss auf die von ihm mit Zweigen versehenen Theile, wie man aus Reizungen und dadurch verstärkten Bewegungen unwillkührlicher Muskeln deutlich sah. — 3) Er besitzt organischen Einfluss, beherrscht die Ernährung und Absonderung, denn fast alle Blutgefässe und alle der Vegetation dienende Organe bekommen ihre Nerven von ihm. Wahrscheinlich theilt er auch den Cerebro-Spinalnerven seine Fasern (organische) mit, damit sie ebenfalls Einfluss auf die Ernährung der Theile ausüben können. — Diese 3 Kräfte des *nerv. sympathicus* kommen den 3 verschiedenen in ihm vereinigten Arten von Fasern zu, von denen er die sensitiven und motorischen den Gehirn- und Rückenmarksnerven verdankt, da er mit diesen allen (die 3 grossen Sinnesnerven ausgenommen) in Verbindung steht; während die organischen, zur Regulirung der chemischen Processe bestimmten Fasern, die sich durch ihre graue Farbe auszeichnen, seine ihm eigenthümlichen sind. — Hiernach müsste bei jeder Verbindung des Rumpfnervensystems mit dem Cerebro-Spinalnervensysteme die Frage entstehen: erhält hier der *nerv. sympathicus* motorische und sensitive Fäden (Wurzeln) von den *nervis cerebro-spinalibus* oder gibt er an diese organische ab? Mit der grössten Wahrscheinlichkeit lassen sich alle Verbindungen des *nerv. sympathicus* mit den Rückenmarksnerven bei ihrem Austritte aus dem Rückgrathe als Wurzeln des sympathischen Nerven ansehen. Von den Gehirnnerven scheinen *Müller* der *nerv. abducens, trigeminus, vagus, hypoglossus,* vielleicht auch der *glossopharyngeus,* Wurzelfäden zum *nerv. sympathicus* zu schicken. — Ueber die Wirkungen der motorischen, sensitiven und organischen Kraft des Sympathicus stellt *Müller* folgende Sätze auf:

1) Motorische Wirkungen. *a)* Alle dem *nerv. sympathicus* unterworfenen Theile sind keiner willkührlichen Bewegung fähig; es scheint sogar, dass, wenn ein Cerebro-Spinalnerv sich vielfach mit dem *nerv. sympathicus* verbindet, er seinen willkührlichen Einfluss verliert, wie dies mit dem untern Theile des *nerv. vagus*, den Nerven des Mastdarms und der Blase der Fall ist. — *b)* Die vom *nerv. sympathicus* mit Zweigen versehenen Theile bewegen sich in schwächerem Grade noch fort, wenn sie aus ihren natürlichen Verbindungen mit dem übrigen sympathischen Systeme und aus dem ganzen Organismus entfernt sind. — *c)* Daher haben alle vom *nerv. sympathicus* versehenen Theile eine gewisse Unabhängigkeit vom Gehirne und Rückenmarke. — *d)* Gleichwohl sind diese Centralorgane eines activen Einflusses auf die sympathischen Nerven und ihre motorische Kraft fähig. — *e)* Nach *Philipp's* Versuchen haben nicht einzelne Theile des Gehirns und Rückenmarks allein auf einzelne Theile des sympathischen Systems und die von ihm abhängigen Bewegungen Einfluss, sondern das Gehirn und das ganze Rückenmark oder jede Strecke desselben können die Bewegungen verändern. — *f)* Die Zusammenziehungen der vom *nerv. sympathicus* abhängigen Organe sind, auf die Reizung ihrer selbst oder ihrer Nerven, keine vorübergehenden und momentanen, sondern länger dauernde Contractionen oder Modificationen der gewöhnlich rhythmischen Zusammenziehungen. Es dauert hier die Reaction gegen den Reiz länger, als die Einwirkung des Reizes selbst. — *g)* Die letzte Ursache der unwillkührlichen Bewegungen und die Ursache ihres Typus liegt nur im *nerv. sympathicus* selbst; aber diese Bewegungen behalten ihren Charakter, auch ohne den Einfluss der Ganglien, selbst wenn der *nerv. sympathicus* an einem Organe bis auf die in dem Organe selbst sich verbreitenden Zweige entfernt ist, deren Wechselwirkung mit den Muskelfasern allein zur Unterhaltung jener Bewegungen hinzureichen scheint. — *h)* Es haben aber sowohl Gehirn und Rückenmark, als die Ganglien selbst im gereizten Zustande den grössten Einfluss auf den Modus dieser Bewegungen, so lange die Organe noch durch Nervenverbindung mit jenen zusammenhängen. Gehirn und Rückenmark sind als die letzten Quellen der Thätigkeit des *nerv. sympathicus* anzusehen, wenn diese sich nicht erschöpfen soll. — *i)* Hieraus geht hervor, dass der *nerv. sympathicus* durch Gehirn und Rückenmark, als Quellen des Nervenprincips, gleichsam geladen werden kann, dass er aber, einmal geladen, seine Ladung mit dem Nervenprincipe behält und fortfährt, dasselbe nach seiner gewöhnlichen Thätigheit auszuströmen,

auch wenn die fernere Ladung eine Zeit lang ausgesetzt würde. Hieraus wird ein Theil der Phänomene des Schlafes erklärlich. — *k)* Die örtliche Application der *narcotica* auf den *nerv. sympathicus* wirkt nicht narcotisirend in die Ferne auf die unwillkührlich beweglichen Organe; aber die letzteren können durch die Narcotisation der feinsten, in ihnen selbst sich verbreitenden Fasern des *nerv. sympathicus* paralysirt werden. — *l)* Von den in die Ganglien tretenden Wurzelfäden und von den Ganglien kann das Nervenprincip nach allen, aus einem Ganglion kommenden, peripherischen Nervenausstrahlungen sich verbreiten. — *m)* Heftige Empfindungseindrücke in den vom *nerv. sympathicus* versehenen Theilen können, auf Gehirn und Rückenmark verpflanzt, Bewegungen in den von Cerebro-Spinalnerven versehenen Theilen und in geringem Grade auch in Theilen, welche vom *nerv. sympathicus* mit Zweigen versehen werden, hervorbringen. — *n)* Die Ganglien scheinen den vom Gehirne und Rückenmarke ausgehenden motorischen Einfluss zu verändern und ihm den eigenthümlichen Modus zu geben; u. s. w.

2) Sensitive Wirkungen. *a)* Die Empfindungen in den vom *nerv. sympathicus* versehenen Theilen sind schwach, undeutlich und nicht umschrieben; nur bei heftigen Reizungen deutlicher und bestimmter. Wahrscheinlich hängt dies von Communication seiner Primitivfasern ab, wodurch eine Vervielfachung, Verwechselung und Unbestimmtheit der Empfindungen hervorgebracht wird. — *b)* Die Empfindungseindrücke sind häufig unbewusst und kommen gleichwohl zum Rückenmarke, von welchem aus eine Bewegung reflectirt wird. — *c)* Die Ganglien hemmen nicht die Fortleitung der centripetalen Wirkungen des *nerv. sympathicus* zum Rückenmarke; eben so wenig sind sie die Ursache der Bewusstlosigkeit der Reizungen. — *d)* In manchen Fällen erregen heftige Reizungen in den vom *nerv. sympathicus* versehenen Theilen Empfindungen in diesen Theilen selbst; in andern Fällen sind die Empfindungen von schwächeren Reizen in den afficirten Theilen undeutlich, und deutliche Empfindungen in andern, mit Cerebrospinalnerven versehenen Theilen vorhanden (vorzüglich an den Endtheilen der afficirten Organe).

3) Organische Wirkungen. Die Gesetze dieser Wirkungen sind am meisten unbekannt; wahrscheinlich ist, dass alle organischen Nervenwirkungen vom *nerv. sympathicus* herrühren, selbst wenn sie von Cerebrospinalnerven abhängig scheinen, denn diese erhalten dann organische Fasern vom *nerv. sympathicus*. *a)* Wenn nach Empfindungen durch Reflexion Absonderungen in entfernten Theilen erfolgen, ist wahrscheinlich das Gehirn und Rückenmark das Bindeglied. — *b)* Die verschiedenen Theile einer absondernden Haut stehen unter einander in Consensus, so dass der Zustand einer Stelle auf die Beschaffenheit der ganzen Ausbreitung einer Schleimhaut Einfluss hat. Dies wird am einfachsten durch die Communication der organischen Fasern erklärt. — *c)* Es scheint, als ob von organischen Fasern eines Theiles auf organische Fasern eines andern Reflexionen, ohne Mitwirkung der Cerebrospinalnerven, stattfinden könnten. So wirkt z. B. der vegetative Zustand eines Organes, die Entzündung, die Absonderung desselben auf die Hervorrufung von Entzündung, Absonderung in anderen Theilen. — *d)* Die Ganglien scheinen die Centraltheile zu sein, von welchen der vegetative Einfluss auf die verschiedenen Theile ausströmt. — *e)* Dieser ausstrahlende Einfluss der Ganglien scheint eine gewisse Unabhängigkeit von dem Gehirne und Rückenmarke zu behaupten. — *f)* Es scheint indessen doch auch das Gehirn und Rückenmark die Hauptquelle zu sein, wodurch auch das organische Nervensystem sich allmälig integrirt.

Remak zieht aus seinen Beobachtungen über die **Wirkungsweise der organischen Nervenfasern** folgende Schlüsse. 1) Sie stehen zu den wesentlichen Thätigkeiten der Organe des Blutumlaufs (des Herzens, der Blutgefässe, Lungen und Milz), der chylopoetischen und uropoetischen Organe und der absondernden Häute (der serösen, Schleimhäute und wahrscheinlich auch der äussern Haut) in einer besondern und nothwendigen Beziehung, so zwar, dass die Thätigkeiten dieser Organe von jenen Nervenfasern abhängen müssen. — 2) Die Nerventhätigkeit der organischen Fasern erfährt in den Ganglien mit Sicherheit eine Verstärkung und entspringt vielleicht einzig in diesen Theilen, so dass die **Ganglien** jedenfalls als Verstärkungspunkte und vielleicht als einzige Mittelpunkte des organischen Nervenprincips anzusehen sind. — 3) Die beiden wesentlichen Thätigkeiten, welche sich in den genannten Organen theils neben einander, theils gesondert vorfinden, die Absonderung und unwillkührliche Bewegung, hängen beide von den organischen Nervenfasern ab. Die Absonderung ist wohl zunächst durchaus selbstständig (eine Thätigkeit der Zellen) und geschieht auf ähnliche Weise, wie bei den Pflanzen; sie wird aber insofern durch die organischen Nerven modificirt, als diese eine grössere oder geringere Contraction der Capillargefässe bedingen und so auf die Quantität und Qualität der zu secernirenden und resorbirenden Stoffe Einfluss äussern.

Es hat sonach die centrifugale Wirkung der organischen Nervenfasern blos unwillkührliche Bewegung zur Folge, welche sich in dem einen Falle auf glatte Muskelfasern, im andern auf contractiles Gewebe (Ringfaserhaut der Gefässe) forpflanzt. Dass die unwillkührlichen Bewegungen periodisch und zum Theil rhythmisch sind, lässt sich so erklären: das organische Nervenprincip (an die Ganglien und organischen Nervenfasern gebunden, und unbewusst), welches nicht, wie das bewusste, animalische des Cerebrospinalsystems, in seiner Thätigkeit vom Willen bestimmt werden kann, muss, da es unbewusst ist, von der Natur bestimmte Gesetze erhalten haben,

nach denen seine Erneuerung und Wirksamkeit erfolgt. Diese Gesetzmässigkeit kann sich nicht anders aussprechen, als in der Form der Periodicität; denn zur erneuerten Thätigkeit eines Nervenprincips ist durchaus eine Zwischenzeit erforderlich, in welcher die verloren gegangene Nervenkraft sich wieder erzeugen kann, wie wir dies bei der willkührlichen Nerventhätigkeit in der Ermüdung und im Schlafe sehen. Wo daher der Verbrauch der Nervenkraft von unserer Willkühr unabhängig ist, da müssen auch die zur Wiedererzeugung bestimmten Zwischenräume ein gewisses Maass haben, wenn dieselbe nicht verloren gehen soll. So sehen wir auch alle unbewusste und willkührliche Thätigkeiten in der organischen Natur mit dieser Periodicität begabt, wie sich dieses in der Pflanzenwelt offenbart. — Da nun aber nach den Gesetzen der Reizbarkeit eine jede Nervenenergie ihr Dasein und ihren Fortbestand nur der Wechselwirkung mit der Aussenwelt verdanken kann, so muss das organische Nervensystem auch eine centripetale unbewusste Wirkungsweise besitzen, die dann mit der centrifugalen Erscheinungen bedingt, welche mit den Reflexbewegungen des animalen Nervensystems verglichen werden müssen. Ob nun besondere centripetale Fasern im Sympathicus vorhanden sind, ist noch ungewiss, denn es könnte das organische Nervenprincip auch ein undulirendes und nicht, wie man vom animalen annimmt, in ein centripetales und centrifugales gesondert sein. Wie man nun aber sichtbare Reflexbewegungen (in den unwillkührlichen Muskeln) wahrnimmt, so lässt sich wohl auch vermuthen, dass jene unsichtbare unwillkührliche Bewegung, welche der Lenker und Leiter der Absonderungen ist, ebenfalls als eine reflectirte auftritt und auf diese Weise Reflexabsonderungen bedingt. So liessen sich manche Sympathieen der Gewebe unter einander erklären, so wie die Erscheinungen, dass Nervenaffectionen veränderte Absonderungen hervorbringen und manche Nervenmittel zugleich eine Umstimmung der Secretionen bewirken.

Henle sagt vom Sympathicus: in ihm verhalten sich die sensibeln Fasern, wie in den Cerebrospinalnerven, denn die Sensationen der Eingeweide sind weder der Oertlichkeit, noch der Qualität und Lebhaftigkeit nach verschieden von denen des animalen Nervensystems, nur die Leichtigkeit ist weniger vorhanden, mit welcher die Erregung von den sensibeln auf die motorischen Nerven übergeht. Anders verhält es sich mit den motorischen Fasern des Sympathicus, die aber auch wie die sensibeln in den Centralorganen wurzeln und von daher ihre Kräfte nehmen (was durch ihre Theilnahme an den willkührlichen Thätigkeiten der Hirnnerven, durch den Einfluss der Vorstellungen und Leidenschaften, und durch die von Gehirn und Rückenmark aus erfolgenden Lähmungen der Eingeweide bewiesen ist). Sie unterscheiden sich von den Bewegungsfasern des Cerebro-Spinalsystems so: *a)* sie sind dem Willen entzogen. Denn wenn willkührliche Muskeln auch unwillkührlich bewegt werden, so beweist dies nur, dass sie nicht allein vom Gehirne, sondern nebenbei auch noch von den organischen Bedingungen abhängen, denen die unwillkührlichen Muskeln unterworfen sind. Zwar erfolgen auch sonst unwillkührliche Bewegungen auf Vorstellungen, allein diese sind niemals Vorstellungen der auszuführenden Bewegung, sondern Gedanken, die immer gleichsam auf Umwegen die Bewegung vermitteln und die meistens nach Art der Leidenschaften die ganze Stimmung des Nervensystems verändern müssen, wenn sie wirken sollen. So scheint es z. B., als ob wir die Blase willkührlich zusammenziehen könnten, allein es ist hier nicht die Bewegung, welche wir willkührlich intendiren, sondern die Empfindung und diese hat, wenn sie eine Zeit lang an Intensität zugenommen, Contraction zur Folge. So ist auch das willkührliche Erbrechen auf Vorstellung eines ekelhaften Geschmackes zu erklären. — *b)* Der Modus der unwillkührlichen Contractionen ist ganz anders, als bei der willkührlichen Bewegung. Sie erfolgen nach Reizung unwillkührlicher Muskeln nicht rasch und mit Convulsionen (wie bei den willkührlichen Muskeln), sondern langsam und sich verstärkend, erreichen nach Aufhören des Reizes erst ihr Maximum und dauern dann noch eine Zeit fort (Darmkanal, Uterus); oder der Reiz verändert bei rhythmisch sich zusammenziehenden Organen (Herz) den Modus und die Schnelligkeit des Rhythmus auf einen ganzen Zeitraum. — *c)* Die Bewegung setzt sich bei organischen Muskeln von der gereizten Stelle aus nach einer bestimmten Richtung fort, wird zur peristaltischen (bei den animalen Muskeln nie in die Breite, momentan und nur einmal). Diese rhythmische und peristaltische Bewegung erhält sich noch nach Zerstörung des Rückenmarks, kann also nicht von einer Mittheilung durch das Gehirn oder Rückenmark abhängen. Aus allem diesen glaubt *Henle* schliessen zu können, dass, da die motorischen Fasern des Sympathicus wesentlich verschieden von denen

des Cerebro-Spinalsystems sind, im Gangliennerven besonders gebaute Fasern für die unwillkührlichen Bewegungen vorhanden sind; es wären dies die von *Remak* entdeckten organischen Fasern (von *Schwann* für minder entwickelte gehalten und daher die Trägheit der Bewegung), welche *Henle* nun organisch-motorische, *Stilling* vasomotorische nennt, die wahrscheinlich im Rückenmarke endigen und auf welche sich die Reize ebenfalls von den sensibeln Fasern aus reflectiren. Solche Reflexbewegungen finden aber im vegetativen Nervensysteme sehr leicht statt, weil dessen eigenthümliche Fasern sich nur bis zum Rückenmarke erstrecken, und kommen deshalb auch dann besonders leicht im animalen Systeme vor, wenn der Einfluss des Sensorium auf die Nerven vermindert oder aufgehoben ist (im Schlafe).

Die Bedeutung der Ganglien des Sympathicus sucht *Henle* aus folgenden Thatsachen zu schliessen. 1) Alle animalen Nerven kommen zu oder gehen aus von einem bestimmten Punkte des Sensorium, von dem aus sie bewegt werden, zu welchem sie Empfindungen leiten. So auch die sensibeln Fasern des Sympathicus; von den motorischen Fasern desselben (organische Fasern) lässt sich aber nicht nachweisen, dass sie weiter als zum Rückenmarke gehen, weil kein directer Einfluss der Vorstellungen auf dieselben stattfindet. — 2) Obgleich die animalischen Fasern durch die ganze Länge des Rückenmarks ununterbrochen zum Gehirn aufsteigen, so kann doch eine Mittheilung der Erregung schon innerhalb des Rückenmarks stattfinden, wie die Reflexbewegungen in bewusstlosen Zuständen und *Volkmanns* Versuche beweisen. — 3) Ohne dass die animalischen Fasern mit einander verbunden sind oder anastomosiren, theilen sie ihre Erregungszustände einander mit, sobald sie sich im Rückenmarke befinden, und zwar geschieht dies nicht nur zwischen sensibeln und motorischen, sondern auch von motorischen auf motorische Fasern. Das Vermittelnde der Mittheilung ist die graue Substanz des Rückenmarks. — 4) In den Ganglien verlaufen die Fasern wie im Rückenmarke, umgeben von derselben grauen Substanz, und deshalb findet auch hier Mittheilung zwischen Fasern statt, ohne dass diese hier enden oder sich vermischen. (Dann müssen sich aber auch die Primitivfasern hier so verhalten, wie im Rückenmarke, wo sie dünneres Neurilem haben sollen). Ganglien wären demnach gleichsam einzelne Stücke Rückenmark. — 5) Es liesse sich folglich der Bau des Sympathicus so darstellen: sensible und motorische Fasern, die von einem Theile a eines Organs kommen, werden da, wo sie zusammentreten, von grauer Sustanz umgeben, also in leitende Verbindung gebracht, so dass Reizung einer sensibeln Faser der Stelle a unter Umständen auf alle motorischen Fasern von a übergeht. Ein zweites Bündel kommt von der Stelle b und verhält sich auf gleiche Weise, eben so ein drittes von c, d u. s. w. Nachdem die Fasern von a und b, von c und d, jedes Bündel durch seine Ganglien getreten, sind sie wieder isolirt, sie pflanzen ihre Erregung weiter zum Centralorgane fort, wie auch animale Fasern im Rückenmarke Reflexbewegungen und doch im Gehirn Empfindung vermitteln. Auf dem Wege zum Centralorgane werden nun diese Bündel, indem sie durch noch andere Ganglien treten, nach und nach alle mit einander durch graue Substanz in leitende Verbindung gebracht, so dass endlich die Reizung einer sensibeln Faser a auf die motorischen Fasern von b, c und d übergetragen werden kann. Endlich treten die Fasern ins Rückenmark und dieses ist das Ganglion, welches die Mittheilung unter allen organischen Fasern zu Stande bringt. — Nach dieser Hypothese erklärt sich aus der Anwesenheit der Ganglien am Sympathicus das Fortschreitende, der peristaltische Typus in der Bewegung der Eingeweide. Es erklärt sich hieraus aber nicht die Langsamkeit der Contraction und das Intermittiren derselben. Vielleicht liegt dies in Eigenthümlichkeiten der organischen Fasern?

Stilling erhielt folgende Resultate aus seinen Beobachtungen. 1) Sensible Nerven des Organismus, an den meisten, wo nicht an allen Stellen, stehen in eigenthümlicher Wechselwirkung mit dem sympathischen Nerven; die letzten Endigungen jener, durch die ihnen eigenen Reflexions-Centra, mit den letzten Endigungen dieser. Diese sensibeln Nervenenden üben einen beständigen Reflex in die Enden der sympathischen Nerven (durch die graue Masse), und ohne den fortdauernden Reflex aus den sensibeln Nerven können die sympathischen Nerven nicht thätig sein. Ist die reflectirende Function der sensibeln Nerven aufgehoben, so hört auch die Function aller der sympathischen Nervenendigungen auf, welche mit den für sie bestimmten, mit ihnen in Wechselwirkung stehenden, sensibeln Nerven zusammenhingen, oder ein und dasselbe Organ versorgten. — 2) Die sensibeln Nerven haben nicht blos die einzige Function: Eindrücke von der Peripherie zum Centrum zu leiten, sondern die sensibeln Nerven üben ausserdem nach 2 Richtungen hin einen fortwährenden Reflex aus, nämlich: *a)* nach muskelbewegenden Nerven und *b)* nach gefässbewegenden Nerven. — 3) Die gefässbewegenden Nerven aber sind hauptsächlich nur die Verzweigungen des *nerv. sympathicus*, dessen Function es ist: die

Bewegungen, den *tonus*, die lebendige Zusammenziehung aller Gefässe zu erhalten. — 4) So wie die Bewegungsnerven der willkührlichen Muskeln von sensibeln Nerven oder dem Einflusse des Willens zur Action gereizt werden, ganz so werden auch die dem Willen entzogenen Bewegungsnerven der Gefässe *(nervi vasomotorii)* von sensibeln Nerven zur Action gereizt. — 5) Der *nerv. sympathicus*, besser *vasomotorius* genannt, ist demnach ein System von Bewegungsnerven, das seinen Ursprung vom Rückenmark hat, und eine Nervenbahn für sensitive, vasomotorische und musculomotorische Nerven ist. Höchst wahrscheinlich ist er zusammengesetzt: *a)* aus 2 verschiedenen Arten von Fasern für die Gefässe, nämlich *nervi vasorum sensitivi* und *motorii*, und *b)* aus musculomotorischen und sensitiven, die ihre ursprüngliche Function überall beibehalten, nur durch die Ganglien modificirt. — 6) Die Ganglien, mögen sie auftreten wo sie wollen, sind Organe der Reflexion, entweder für sensible und vasomotorische Nerven allein, oder zugleich für musculomotorische. — 7) Sämmtliche vom Hirn und Rückenmarke in Ganglien des Sympathicus eintretende Nervenfasern erleiden eine Veränderung ihrer Leitung. Die sensibeln Nerven leiten im normalen Zustande nicht mehr bis zum Centralorgan der Empfindung; die motorischen werden im Normalzustande nicht mehr vom Willenseinfluss erregt: *a)* die sensibeln leiten nur bei übergrosser Erregung oder Reizung über ihre Gangliengränze hinaus ins Gehirn oder Rückenmark, von wo sie ausgingen; *b)* die motorischen werden nur von den sensibeln, welche von den Ganglien aus in sie reflectiren, zur Thätigkeit gereizt und der Willenseinfluss ist durch die Einmischung in Ganglien für immer ausgeschlossen. — 8) Die Ganglien der sensibeln Nerven sind niemals aus sensibeln Fasern allein zusammengesetzt; stets sind sie mit Fasern des Sympathicus vermischt, wenn nicht zugleich mit musculomotorischen. — 9) Die dem *nerv. sympathicus* allein angehörigen Ganglien sind stets mit sensibeln und musculomotorischen Nerven für die der Willkühr entzogenen Muskelfasern vermischt. — 10) In den aus sensibeln und vasomotorischen Nerven zusammengesetzten Ganglien bleibt die Leitung der sensibeln Nerven zum Centralorgane unverändert. Sie unterscheiden sich von sensibeln einfachen Nervenstämmen nur dadurch, dass in ihnen die Reflexion auf den *vasomotorius* stattfindet. — 11) In den aus *nervi vasomotorii*, *musculomotorii* und *sensitivi* componirten Ganglien hört die ungehinderte, blitzschnell erfolgende, centripetale Leitung der sensibeln Nerven ins Rückenmark u. s. w. auf und tritt nur erst auf übergrosse Reizung ein. — 12) Die Nervenfasern des *vasomotorius* behalten überall und unter jeder Bedingung ihre sich auf die Gefässe erstreckende Contractionskraft. — 13) Von den vaso- und musculomotorischen Nerven findet keine bemerkliche Rückwirkung auf die sensitiven Nerven statt. Erstere können ganz ausser Function sein und dennoch kann die Function der sensibeln Nerven fortbestehen, was umgekehrt nie der Fall ist.

Volkmann spricht sich über die Sensibilität des Sympathicus dahin aus, dass dieselbe wesentlich von der der Cerebrospinalnerven verschieden sei, indem sie, wenn man von pathologischen Lebensverhältnissen abstrahirt, an das Minimum gränzt. Alle Untersuchungen über die Sensibilität des Sympathicus haben sich bis jetzt nur auf den Sympathicus der Handbücher bezogen, also auf einen mit (sensitiven) Hirn- und Rückenmarksnervenfasern vermischten Nerven, nicht aber auf die specifischen Fasern des Sympathicus. Dass aber die sympathischen Fasern Empfindungsvermögen besitzen, leugnet *Volkmann*, und zwar auf Grundlage physiologischer Beobachtungen und Experimente. Die ausgebreiteten und heftigen Schmerzen aber, welche im Bezirke des Sympathicus in Krankheiten vorkommen, lassen sich, abgesehen von der Betheiligung cerebrospinaler Fasern (denn die Knochen scheinen nur sympathische Fasern zu enthalten), dadurch erklären, dass man annimmt, es könnten die sympathischen Fasern unter Umständen selbst sensibel werden, und zwar dadurch, dass sich zwischen ihnen und dem Sensorium eine Lei-

tung herstellt, die im gesunden Leben nicht vorhanden ist (vielleicht ein Reflex auf sensitive Cerebrospinalfasern innerhalb der Ganglien oder Nervencentra?). — Motorisches Vermögen ist aber den sympathischen Fasern nicht abzusprechen, nur ist dasselbe unserm Willen entzogen. Kein Muskel, welcher vom Sympathicus mit Zweigen versorgt wird, ist willkührlicher Bewegungen fähig, und selbst Galvanisirung der in willkührliche Muskeln eindringenden sympathischen Zweige veranlasst keine Bewegung, so dass man also annehmen muss, dass die sympathischen Fasern selbst bei den unwillkührlichen Bewegungen willkührlicher Muskeln in keiner Weise betheiligt sind. Dagegen bewegen sich die vom sympathischen Nervensysteme versorgten Muskeln auch nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark noch selbstständig fort. Reflexionserscheinungen, besonders Bewegungen, im Gebiete des Sympathicus können in derselben Weise wie im Cerebro-Spinalnervensysteme stattfinden. — Die Bewegungen, welche vom Sympathicus ausgehen (s. S. 385), haben manches Eigenthümliche. Nur muss man sich hüten, die Bewegungen, welche der Sympathicus als geschlossenes System hervorbringt, mit denen zusammenzuwerfen, welche die gereizte sympathische Nervenfaser in ihrer Vereinzelung hervorbringt. Sonst kommt man zu der falschen Behauptung, dass Reizung der sympathischen Nerven rhythmische Bewegungen, dagegen Reizung der animalen Bewegungsnerven nur eine einzige Contraction verursache. Nicht jeder sympathische Bewegungsnerv antwortet auf mechanische Reizung mit rhythmischen Actionen, und die rhythmischen Bewegungen, welche entstehen, wenn man die zum Herzen oder zu den Därmen gehenden sympathischen Nerven reizt, sind nicht einfache Irritabilitätserscheinungen, sondern die complicirten Wirkungen eines noch vorhandenen Contralorgans. Es hängen die rhythmischen Actionen, welche nach Reizung des Sympathicus unter Umständen entstehen, nicht von einer specifischen Qualität seiner motorischen Fasern, sondern von einer complicirteren Organisation ab. Ueberhaupt ist es schwierig, in der Sphäre der blossen Reizbarkeit specifische Differenzen der sympathischen und animalen Bewegungsnerven aufzufinden. Auch Reizung animaler Nervenorgane kann rhythmische Bewegungen hervorrufen, z. B. Reizung der *medulla oblongata* rhythmische Athembewegungen. Gewöhnlich erfolgen die Bewegungen in den Muskeln, welche vom Sympathicus versorgt werden, langsamer als in den willkührlichen Muskeln, und ihre Zusammenziehung verharrt auch nach Ablauf des Reizes, während sie in den letztern den Reiz nicht überdauert; nur das Herz verhält sich hierin wie ein willkührlicher Muskel (s. S. 492). Ob den sympathischen Nerven vielleicht motorische Cerebrospinalfasern beigemischt werden und diese dann bei der Bewegung der vom Sympathicus versorgten Theile von Einfluss sind, hat bis jetzt noch nicht ergründet werden können. Anlangend die physiologischen Thatsachen, so ist erwiesen, dass Gehirn und Rückenmark einen Einfluss auf diese Bewegungen haben, allein es ist nicht erwiesen, dass dies direct durch motorische Cerebrospinalfasern geschieht, da dieser Einfluss auch mit Hülfe reflectorischer Thätigkeit zu Stande kommen könnte, dadurch vielleicht, dass motorische Cerebrospinalfasern zu den Ganglien gingen und hier ihren Erregungszustand zahlreichen sympathischen Bewegungsfasern mittheilten. Die Wahrscheinlichkeit spricht für die Gegenwart motorischer Cerebrospinalfasern im Sympathicus; denn es wäre sonderbar, wenn die hintern Wurzeln der Spinalnerven allein diesem Nerven Elemente zuführten. Man könnte freilich auch noch fragen, ob nicht motorische Fasern des Sympathicus (da sich feine Fasern desselben in den vordern Rückenmarkswurzeln vorfinden) im Gehirn und Rückenmarke ihren Ursprung nehmen? Die Wahrscheinlichkeit ist mehr gegen diesen Ursprung, als für ihn. — Die Ausdehnung, in welcher der motorische Einfluss des sympathischen Systems sich geltend macht, ist nicht gut zu ermitteln, da die sympathischen Nervenzweige mit zu viel andern (cerebralen, spinalen) Fasern vermischt sind und der motorische Effect zu wenig auffällig ist. Mit voller Evidenz lässt sich nur vom Herzen beweisen, dass seine Bewegungen vom

Sympathicus regulirt werden. Fast eben so sicher können die Bewegungen des Magens und der Därme auf den Einfluss des Sympathicus bezogen werden. Muthmasslich hängt auch der Tonus der Gefässe und absondernden Kanäle vom sympathischen Systeme ab.

Valentin, welcher das motorische Vermögen des Sympathicus den in den Gränzstrang desselben eintretenden und nach der *lex progressus* abwärts laufenden Cerebrospinalfasern (Wurzelfäden) zuschreibt, will Folgendes bemerkt haben. Das Herz wird in Bewegung gesetzt durch Fäden des *nerv. accessorius* und der 3 oder 4 obersten Halsnerven, welche durch den untern Theil der *pars cervicalis*, das *ganglion cervicale infimum* und *thoracicum I.* treten; der Schlundkopf und obere Theil der Speiseröhre durch Fäden des Accessorius und der 2 oder 3 obersten Halsnerven, welche sich durch den obersten Theil der *pars cervicalis* ziehen; der untere Theil der Speiseröhre am Halse durch Fäden des Accessorius (vielleicht auch des Hypoglossus) und der mittlern Halsnerven, welche durch das unterste Halsganglion und die 3 obersten Brustganglien treten; der Brusttheil der Speiseröhre durch Fäden des 4. bis 6. Halsnerven, welche sich durch die obersten Brustganglien ziehen; der Magen durch Fäden der 4 letzten Hals- und der beiden ersten Rippennerven, welche durch den *nerv. vagus* und *splanchnicus major* treten; die Därme durch Fäden aller Rippen- und Lendennerven, welche durch die *pars thoracica* und *abdominalis* des Sympathicus laufen; der Ureter durch Fäden der Lendennerven, welche sich durch den mittlern und untern Theil der *pars lumbaris* ziehen; die Harnblase, Muttertrompete und Gebärmutter durch Fäden der mittlern und untern Lendennerven, welche durch den untersten Theil der *pars lumbalis* und den obersten der *pars sacralis* treten; Mastdarm, Samenleiter durch Fäden der Lenden- und Sacralnerven, die durch die untern Lenden- und obern Sacralknoten verlaufen. — Ueber diese Art der Verbreitung der Cerebrospinalfasern durch sympathische Nervenzweige, sagt *Volkman*: sollten sich diese Angaben bestätigen, was *V.* aber nach vielen anatomischen und physiologischen Erfahrungen bezweifelt, so würde sich die praktisch wichtige Folgerung ergeben, dass nicht nur fast jeder Cerebrospinalnerv die Fähigkeit besässe, Bewegungen in Theilen zu veranlassen, welche vom Sympathicus ihre Zweige erhalten, sondern auch, dass jeder Cerebrospinalnerv Bewegungen in Theilen hervorriefe, welche etwas tiefer (dem Becken näher) lägen, als die Wurzel des Nerven selbst *(lex progressus)*. Doch lassen die *Valentin*'schen Experimente drei Deutungen zu: 1) die Reizung der Wurzeln eines Spinalnerven erregt Bewegung in den Eingeweiden, weil die motorischen Fasern des Sympathicus (Fasern, welche von andern Cerebrospinalfasern nicht unterschieden sind) durch sie hindurchsetzen (*Valentin's* Ansicht); 2) die Bewegung entsteht, weil durch die gereizte Wurzel motorische Cerebrospinalfasern setzen, welche als Elemente eigenthümlicher Art den specifischen Fasern des Sympathicus beigemischt werden sollen; 3) Reizung der Wurzeln eines Cerebrospinalnerven erzeugt Bewegung in den Eingeweiden, weil sie centripetale Ganglienfasern enthalten, deren Erregung auf reflectorischem Wege Wirkungen in den Theilen vermittelt, deren motorische Nerven in den Ganglien selbst entspringen.

Einfluss des Sympathicus auf vegetative Processe. Bei den vegetativen Functionen sind alle Theile des Nervensystems mehr oder weniger interessirt, bei weitem am meisten aber der Sympathicus. Der grosse Einfluss des Gehirns ergibt sich vorzugsweise in den Folgen der Gemüthsbewegungen und Affecte, und was das Rückenmark betrifft, so regiert es ja, ausser mehreren anderen auf die Vegetation zurückwirkenden Thätigkeiten, die so wichtigen Bewegungen des Athmens. Dagegen ist der Einfluss des Sympathicus auf die Vegetation deshalb ein weit mehr directer und grösserer, weil dieser seine Fasern zu den Wänden der Gefässe, sowie der Se- und Excretionskanäle schickt und in diesen den zur Function derselben nöthigen Grad von Tonus überwacht und die Bewegungen derselben vermittelt. Insofern also können indirect auch die motorischen Nerven auf die chemischen und physikalischen (endosmotischen) Verhältnisse bei den vegetativen Processen influiren. — Viele leugnen den Einfluss der Nerven auf den organischen Chemismus, weil sie meinen den Elementen und den in ihnen wirkenden Verwandtschaften etwas zu vergeben, wenn man sie unter die Botmässigkeit der Nerven stellte. Allein es ist, wie *Volkmann* sagt, durch diese Abhängigkeit die Bedeutung der chemischen Kräfte gar nicht geschmälert. Natürlich können weder die Nerven noch irgend eine organische Kraft die den Elementen anhaftenden Qualitäten verändern, allein die Wechselwirkung der Elemente hängt durchaus nicht allein von diesen Qualitäten, sondern noch überdiess von äussern Bedingungen ab. Stoffe, welche sich bei gewissen Temperaturen anziehen, stossen sich bei andern ab, und Atome, die bei einem gegebenen äussern Verhältnisse die Substanz A bilden, produciren unter anderen Verhältnissen die Substanz B. Die chemische Action ist also eine Resultante aus den Wirkungen gewisser Elemente und gewisser von diesen

unabhängigen Kräfte. Im lebenden Körper befinden sich nun die Elemente unter andern Verhältnissen als im nicht lebenden, und dass dies auf die chemischen Vorgänge einen wesentlichen Einfluss ausübe, ist längst bekannte Thatsache. Die Frage kann also nur die sein, ist das Nervensystem im Stande, derartige Veränderungen der organischen Verhältnisse herbeizuführen, dass dieselben als Factoren zur Resultante der chemischen Action mitwirken? Dies zu bezweifeln, ist aber nicht der mindeste Grund vorhanden. *Liebig* hat nachgewiesen, wie durch einfache Molecularbewegungen chemische Kräfte ins Spiel gesetzt werden, welche in den ruhenden Substanzen nicht zum Vorschein kommen; er hat kein Bedenken getragen, die räthselhaften katalytischen Erscheinungen (s. S. 24) auf derartige Molecularbewegungen zurückzuführen, die Chemie erkennt also an, dass unter Umständen die physikalische Bewegung der Regulator der chemischen ist. Indem nun die motorischen Nerven in zahlreichen Fasern Contractionen vermitteln, begründen sie eins der verschiedenen Momente, von welchen die chemische Action abhängt. Indess ist die Bewegung bestimmt, nicht das einzige Mittel, durch welches die Nerven in den Stoffwechsel eingreifen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass eine Kraft, welche (bei der Contraction der Muskeln) eine wechselseitige Anziehung zwischen den kleinen Muskeltheilchen veranlasst, wohl auch zur Vermittelung chemischer Processe geeignet sein werde. Wir haben manche Andeutungen, dass durch die Thätigkeit der Nerven Wärme und Electricität entbunden werde; geschähe dies ohne den Vorgang von Bewegungen, wie leicht möglich, da diese viel mehr von jenen abhängen könnten, so hätten wir Ursachen zu chemischen Wirkungen in Fülle. *(Volkmann).*

Eingeweidelehre, *Splanchnologia*;

Haut- und Drüsenlehre (*Dermatologia, Adenologia*).

A. Zellgewebssystem, *systema telae cellulosae.*

Das Zellgewebe, Bindegewebe oder Bindesubstanz, Schleimgewebe, der Zellstoff, *tela cellulosa, tela conjunctiva s. mucosa*, zu den am meisten verbreiteten Gebilden des Körpers und zwar zu den zusammensetzenden, plastischen und Tischlerleim *(colla)* gebenden Geweben gehörend, ist eine äusserst zarte und weiche, sehr dehnbare, feuchte, weissliche oder weissgraue, durchsichtige Substanz von faserig blätterigem Gefüge, welche fast an allen Stellen des Körpers die Lücken nicht nur zwischen den einzelnen Organen, sondern auch zwischen deren constituirenden Partikelchen ausfüllt (d. i. formloses Zellgewebe) und an den Oberflächen sowohl des Körpers als seiner Organe zu einhüllenden Häuten, sowie zu stärkern soliden Strängen sich verdichtet (d. i. geformtes Zellgewebe). Das Zell- oder Bindewebe wird, einem Schwamme gleich, sehr leicht von Flüssigkeiten und Luft durchdrungen und enthält zwischen seinen vielfach sich durchkreuzenden Blättern und Fasern unregelmässige Zwischenräume oder Zellen von ungleicher Form und Grösse, die entweder ringsum geschlossen sind oder mit einander communiciren und theils von Fett oder Pigment, theils von Serum (parenchymatöser Flüssigkeit) mehr oder weniger erfüllt werden und sich deshalb in verschiedenen Graden der Aufweichung befinden. Wegen seiner weiten Verbreitung, wegen seiner grossen Reproductionsfähigkeit und wegen seines geringen Antheils an den animalischen Functionen hat man ihm unter den organisirten (d. h. mit Gefässen und Nerven versehenen) Gebilden die niedrigste Stelle angewiesen, so dass es sich an die hornigen Gebilde (s. S. 80) anschliesst. Je nachdem die Elemente des Bindegewebes (Fasern) mehr oder weniger dicht an einander gereiht sind, erscheint dasselbe unter verschiedenen Formen, die jedoch gewisse allgemeine, von den Eigenschaften der Elementartheile abhängige Charaktere (Farbe, Elasticität, Verhalten gegen Essigsäure) haben.

a. Structur des Zellgewebes.

Das Zellgewebe besteht aus mannichfaltigen durchflochtenen und Lücken zwischen sich lassenden Fäden oder Bündeln, welche wieder aus 3—5 sehr langen u. feinen, parallelen, ganz glatten, durchsichtigen, wasserhellen, weichen und geschlängelten Primitivfasern zusammengesetzt sind, die eine grosse Festigkeit besitzen und einen bedeutenden Druck ertragen, ohne sich zu verändern und zu zerreissen. — Die sehr dünnen Elementar- oder Primitivfasern

des Bindestoffes, welche von Einigen *(Mascagni, Berres)* für hohle Cylinder, von den Meisten aber ihrer Entwickelung wegen für solide Fäden angesehen werden und nach *Krause* $^1/_{1200}$—$^1/_{3500}$''', nach *Henle* von 0,0003—0,0008''', nach *Jordan* 0,0007 engl. L. im Dm. (also nur $^1/_2$, $^1/_3$ oder $^1/_4$ von dem der menschlichen Blutkörperchen) haben, sind bedeutend lang, aber überall von ziemlich gleicher Stärke, mit glatten, scharfen, aber hellen Contouren versehen, mehr platt als rund und nicht gegliedert (wie *Mascagni*, *Lauth*, *Treviranus* annehmen); sie zerspalten sich nicht, anastomosiren nie und bestehen auch nicht aus an einander gereihten Kügelchen *(Edwards, Arnold)*. Doch hat man noch Körnchen und Kügelchen von verschiedener Grösse (von $^1/_{160}$—$^1/_{1720}$''' Dm. nach *Krause*), welche theils einzeln zwischen den Fasern, theils neben einander und fast zusammenfliessend liegen, angetroffen. Sie gehören wahrscheinlich theils den im Zellgewebe befindlichen Säften an *(Weber)*, theils sind es vielleicht Zellenkerne und Kernkörperchen (s. *Henle's* Kernfasern und unten die Entwickelung des Zellgewebes). — Die Beschaffenheit der Zellgewebsfasern, welche überall, wo nur Zellgewebe vorkommt, sich gleich verhalten, ist so eigenthümlich, dass durch sie Zellgewebe unter dem Mikroskope sogleich von andern Geweben unterschieden werden kann. Ausser ihren glatten Rändern und ihrer durchsichtigen Beschaffenheit haben sie in ihrer geschlängelten, geschwungenen Lage (dem lockigen Haar ähnlich) etwas ganz Charakteristisches. Unausgespannt bilden sie nämlich keine geraden Fäden, sondern immer liegen sie ziemlich regelmässig bogen- oder wellenförmig; doch bleiben die Fasern eines primitiven Bündels (Faser) bei den Biegungen stets parallel. Dieses Verhalten kommt von der grossen Elasticität des Zellgewebes her und gibt allen aus Zellgewebe gebildeten Theilen das fein quergestreifte oder gebänderte Ansehen, welches besonders an den Sehnen deutlich hervortritt. So oft diese Bündel gedehnt werden, jedesmal nehmen sie, sobald die Dehnung aufhört, die wellenförmige Lage wieder ein. Die Zellgewebsfibrillen kommen nie isolirt vor, sondern es liegen immer mehrere, meist zu Bündeln vereinigt neben einander und stellen so mehr oder minder dicke zum Theil dem blossen Auge sichtbare, abgeplattete Fasern oder primäre Bündel (von 0,003—0,006''') und meist ohne besondere Hülle, dar, welche sich durch einen festen aber formlosen Keimstoff auf die mannichfaltigste Weise unter einander verbinden und verflechten, und so bald ein verworrenes, bald ein mehr regelmässiges, faseriges oder blätteriges Gefüge zusammensetzen. *Reichert* erklärt die Elementarfasern des Bindegewebes für den optischen Ausdruck von Falten einer structurlosen Substanz; allein dieser Ansicht steht die Entwickelung des Zellgewebes (der Uebergang von Zellen in Fasern) entgegen. — Die Zellgewebsfasern werden an vielen Stellen durch Kernfasern (s. S. 153) spiralförmig umwickelt und zusammengehalten, welche fast noch feiner als die Zellgewebsfibrillen, ganz glatt und gleichförmig, und den elastischen Fasern sehr ähnlich sind; sie haben viel dunklere Contouren als die Zellgewebsfibrillen, werden durch Essigsäure deutlich (indem diese die Zellenfasern durchsichtiger macht) und zeichnen sich besonders durch die bedeutenden Windungen aus, welche sie im isolirten Zustande beibehalten. An andern Stellen, wo die einzelnen Primitivbündel nicht oder selten von spiralförmigen Kernfasern (d. s. die umspinnenden) umwickelt sind, sieht man dunkle Fasern doch fast überall in grösserer oder geringerer Zahl zwischen und auf den Zellgewebsbündeln verlaufen (d. s. interstitielle Kernfasern). Dieselben ziehen sich meist einzeln längs der Ränder der Bündel hin, eine Strecke weit regelmässig wellenförmig oder korkzieherförmig gewunden, dann aber das Bündel spiralförmig umwindend. Anstatt dieser umspinnenden und interstitiellen Kernfasern kommt nun auch noch eine 3. weniger entwickelte Form vor. Hier sind auf oder neben den Bündeln dunkle, sehr ovale Körperchen, oft auch halbmond- oder schlangenförmige, oder winkelig gebogene Streifen von verschiedener Länge und Breite, meist an einem oder beiden Enden zugespitzt und in ein langes dünnes Fädchen auslaufend, durch welches die Körnchen

zusammenstossen. Sie liegen meistens mit dem längsten Durchmesser parallel der Längenachse des Bündels, in grössern oder kleinern Abständen hinter einander und bilden so Längsstreifen. Diese Körperchen sind die frühern Cytoblasten, die sich allmälig zu Kernfasern umbilden und hier und da auch in elastische Fasern (s. S. 335) übergehen. Die Kernfaserbildung im Zellgewebe ist nicht überall dieselbe, sondern zeigt an verschiedenen Stellen desselben auch ziemlich constante Verschiedenheiten. Ohne Anwendung von Essigsäure sind die Kernfasern wegen ihrer Feinheit und geringen Anzahl nicht deutlich, aber durch diese Säure werden die Bindegewebsfasern undeutlich und die Kernfasern, welche sich nicht verändern, treten nun hervor. Die Essigsäure verursacht ein Aufquellen des Bindegewebes und verwandelt dasselbe scheinbar in eine nicht mehr faserige, durchsichtige hyaline Masse; die bei nachheriger Anwendung von Wasser wieder faserig erscheint. — Das formlose Bindegewebe ist von zahlreichen **Gefässen** durchzogen, welche ein auffallend geschlängeltes Haargefässnetz bilden (wahrscheinlich wegen der Ausdehnungsfähigkeit der Zellgewebsfasern). **Nerven** gehen zwar ziemlich viele durch das Bindegewebe; jedoch scheinen sie nicht selbstständig in demselben zu endigen; nur sympathische Nervenfasern dürften sich hier (wenigstens an den Gefässen) vorfinden.

b. Entstehung des Zellgewebes.

Nach *Schwann*, dem Gründer der Zellentheorie (s. S. 77 u. 145) entsteht das Zellgewebe, trotz dem, dass man bei Erwachsenen blos Fasern als Elementargebilde desselben sieht, doch aus Zellen und die Fasern sind nur Fortsetzungen derselben. Zuerst tritt das Zellgewebe, wie alle andern Gewebe, als eine gallertartige Substanz (Cytoblastem) auf, die anfangs ganz durchsichtig und etwas später mit mehr oder weniger zahlreichen Körperchen verschiedener Art versehen ist, mit der fortschreitenden Entwickelung aber immer weisslicher wird und von seiner gallertartigen Beschaffenheit verliert. Je weisser diese Zellgewebsgallerte erscheint, um so grösser ist die Zahl ihrer Körperchen, die bei der weitern Ausbildung noch immer mehr zunimmt, während sich das Cytoblastem immer mehr vermindert. Wahrscheinlich bleibt aber etwas von dem letztern als Bindemittel zwischen den Zellgewebsfasern durch das ganze Leben. — Von den Körperchen, die sich im Cytoblastem befinden, lassen sich bei Säugethierembryonen nach *Schwann* folgende 3 Arten unterscheiden, von denen die erstere, die auch am frühesten auftritt, allgemein ist und zur Bildung des eigentlichen Zellgewebes verwendet wird, während sich die 2. Art zu Fettzellen umbildet, und die weitere Entwickelung der 3. noch unbekannt ist.

1) **Eigentliche Zellgewebskörperchen** (Faserzellen des Zellgewebes), sind die allein wesentlichen und entstehen am frühesten und in jedem Zellgewebe. Bei schon einiger Entwickelung stellen sie längliche Körperchen (Zellen) dar, die in der Mitte am dicksten sind (Körper) und nach ihren beiden Enden sich in feine Fasern allmälig verlängern. Der Körper ist entweder rund oder seitlich ein wenig zusammengedrückt; seine Oberfläche (Wand der Zelle) ist sehr feinkörnig. In seinem Innern (wahrscheinlich mit klarer Flüssigkeit gefüllt), und zwar an der dicksten Stelle und an der Wand, liegt ein anderes kleines rundes oder ovales Körperchen (**Zellenkern**), welches in sich noch 1 oder 2 kleine dunkle Punkte (**Kernkörperchen**) enthält. Nach den Enden hin geht der Körper (Zelle), welcher in der frühesten Zeit ganz ohne faserige Enden ist, bei einer mittlern Entwickelungsstufe trichterförmig durch allmälige Zuspitzung (dann **geschwänztes** oder **spindelförmiges Körperchen** oder **Zelle** genannt) in die Fasern über. Der Entwickelungsgang des Zellgewebes wäre also bis jetzt folgender. In dem structurlosen gallertartigem Cytoblastem bilden sich zuerst kleine runde Zellen, wahrscheinlich um den vorher existirenden Kern. Diese mit dem charakteristischen Kerne versehenen Zellen spitzen sich nach 2 entgegengesetzten Richtungen hin zu und diese Spitzen verlängern sich in Fasern, die zuweilen Aeste abgeben und zuletzt in Bündel äusserst feiner, aber nicht mehr deutlich zu unterscheidender Fasern zerfallen (?). Die weitere Entwickelung besteht nun darin, dass das Zerfallen der beiden vom Zellenkörper ausgehenden Hauptfasern in ein Bündel feinerer Fasern immer mehr gegen den Körper fortrückt, so dass später von demselben unmittelbar ein Faserbündel ausgeht, dass die Zerfaserung noch später unmittelbar am Zellenkern beginnt, endlich der Zellenkörper ganz in Fasern zerfällt und der Kern nun blos auf einem Faserbündel liegt. Zugleich entwickeln sich die Fasern dabei so, dass sie glatt, einzeln deutlich unterscheidbar werden und ihren geschlängelten Verlauf annehmen. Indem die Zerfaserung von beiden

Seiten gegen den Zellenkern hin fortrückt, bleiben in der Nähe dieses die Fasern am längsten mit einander verbunden, bis zuletzt auch dieser Theil faserig wird. Der Kern bleibt dann noch eine Zeit lang auf dem Faserbündel liegen und wird endlich resorbirt, so dass man nun anstatt einer Zelle ein Faserbündel hat (dessen Fasern wahrscheinlich hohl sind). — *Henle* konnte Faserbündel als Fortsetzungen einzelner Zellen niemals entdecken, wenigstens nicht als solche, die in Zellgewebsfasern übergingen. Diese Art von Zellen, welche sich nach mehrern Seiten in Fasern verlängern, gestalten sich wahrscheinlich zu Gefässen oder zu eigenthümlichen Fasern (s. bei *zonula*) um. Auch *Gerlach* sah nie, dass eine ganze Zelle sich in 2 Fasern spaltete oder gar, wie *Schwann* meint, in eine grössere Menge von Elementarfasern zerfiel. Aus einer Zelle entsteht auch immer nur eine Faser und eine Vermehrung der Fasern kann nur in Folge von Theilung der Enden verlängerter Zellen erfolgen, indem die getheilten Zellenenden zu selbstständigen Fasern auswachsen oder mit andern verlängerten Zellenenden sich verbinden. Wie die Kernfasern entstehen s. S. 153. Die Verlängerung der Fasern geschieht dadurch, dass sie an ihren Enden mit andern zu Fasern ausgezogenen Zellen verschmelzen. Bisweilen theilen sich auch dieselben an ihren Endpunkten und erst diese getheilten Enden verwachsen mit andern verlängerten oder vielleicht ebenso getheilten Zellen. — Die nun folgenden Körperchen entwickeln sich erst nach den vorigen und, wie es scheint, nicht in allem Zellgewebe.

2) Fettzellen. Sie erscheinen erst in den spätern Perioden des Fötallebens, zuerst in kleinen Gruppen zwischen den Faserzellen, sind rund, von verschiedener Grösse und werden gewöhnlich von einem Fetttropfen ganz ausgefüllt. Ihre Zellenmembran ist äusserst feinkörnig oder nach *Gurlt* structurlos, und verschieden dick. Im frühern Zustande liegt innerhalb dieser Zellenmembran ein deutlicher, runder oder ovaler, bisweilen abgeplatteter Zellenkern mit 1 oder 2 Kernkörperchen, der sich, wenn die Membran dünn ist, als ein Hügelchen über den runden, von der Zellenmembran dicht umschlossenen Fetttropfen nach aussen erhebt, dagegen, ist die Membran dick, ganz in ihrer Dicke liegt. Nicht selten enthält eine Fettzelle eine Menge kleiner Fetttröpfchen, unter denen aber gewöhnlich eins besonders gross ist; liegen die Fettzellen dicht zusammen, so platten sie sich gegen einander zu polyedrischen Formen ab, gleichen nun also ganz den Pflanzenzellen. Der Kern wird bald später, bald früher resorbirt und von Fetttröpfchen verdrängt, die Zellenmembran bleibt aber; *Gurlt* beobachtete, dass bei abgemagerten Personen die Fettzellen mit Serum gefüllt waren.

3) Die Zellen der 3. Art im Zellgewebe sind rund, äusserst blass und durchsichtig, verschieden gross, mit deutlichem, an der innern Wandfläche liegendem Kerne (mit 1 oder 2 Kernkörperchen) und körnerlosem oder körnigem Inhalte. Sie werden bei ihrer Entwickelung weit grösser als die Faserzellen, verlängern sich nicht in Fasern und enthalten kein Fett. Ihre Bedeutung ist noch unbekannt. *Schwann* stellt die Vermuthung auf, dass diese Zellen bei weiterer Entwickelung mit einander in Communication träten und ihre Höhlen alsdann den leeren Räumen entsprächen, welche man durch Aufblasen des Zellgewebes erhält. Indess ist ihm diese Deutung unwahrscheinlich und er ist geneigter sie für eine Abart von Fettzellen zu halten, in denen es nicht zur Entwickelung des Fettes komme.

Die Entwickelung des geformten Bindegewebes (sowie des Narbengewebes) scheint in einer andern Weise als die des formlosen vor sich zu gehen; hier scheint nämlich die Faserbildung sofort aus dem Blasteme und nicht erst durch Vorbildung und Verlängerung von Zellen aufzutreten. Man sieht bei dieser Entwickelung (besonders des Sehnengewebes) keine gesonderten Zellen im Blasteme, es bleibt blos bei der Kernbildung; nachdem diese vollendet ist, spaltet sich das Blastem unmittelbar in breite bandartige, den organischen Muskelfasern ähnliche Streifen, auf welchen die Kerne reihenweise geordnet und in gewissen Entfernungen gelagert erscheinen. Allmälig zerfallen die bandartigen Streifen in einzelne elementare Bindegewebsfasern und die Zellenkerne werden zu Kernfasern. — Das Zellgewebe des Foetus ist chemisch von dem des Erwachsenen insofern verschieden, als es beim Kochen keinen Leim, wenigstens keinen gelatinirenden gibt. Seine Auflösung zeigt die Reactionen des Pyin (s. S. 127), nur mit dem Unterschiede, dass bei dem ersten die Trübung durch Salzsäure von überschüssiger Salzsäure nicht wieder aufgehoben wird *(Schwann)*. Ebenso reagirt die Substanz der Granulationen und Condylome *(G. Simon)*. — Im Erwachsenen kann bei pathologischen Processen eine Neubildung von Zellgewebe vorkommen, z. B. bei Exsudation, Eiterung und Granulation *(Vogel, Henle, Güterbock, Froriep, Valentin)*; die meisten Auswüchse, die Pseudomembranen, Verhärtungen, werden grössentheils durch accidentelles Zellgewebe gebildet. Bei dieser Neubildung werden, sowie bei der Regeneration des Zellgewebes, die Fasern ebenfalls auf doppelte Art gebildet, entweder aus Zellen oder durch sofortige Faserung des Blastems.

c. Eigenschaften des Zellgewebes.

a. **Physikalische Eigenschaften.** Das Zellgewebe ist in seinem formlosen Zustande weich, klebrig und schleimähnlich, doch, wie schon gesagt, vom Schleime verschieden; in dünnen Blättern erscheint es farblos und durchsichtig, dagegen in grösserer Masse weisslich oder weisslichgrau. Seine Cohäsionskraft ist verschieden; an manchen Stellen ist sie blos die einer etwas klebrigen Flüssigkeit, an andern ist ihr Widerstand der des faserigen Gewebes; an einigen Punkten bildet es dünne Schichten kurzer Fasern und Blätter (kurzes, straffes Zellgewebe), an andern besteht es aus grossen Blättern und Zellen (lockeres, schlaffes Zellgewebe). Dieses Gewebe besitzt einen so hohen Grad von Elasticität, dass es einer bedeutenden Ausdehnung nachgibt und nach Aufhebung dieser sich bis auf sein früheres Volumen wieder von selbst zusammenzieht. Am geringsten ist die Elasticität in Sehnen und Bändern, doch fehlt sie auch hier nicht ganz.

b. Bei der **chemischen** Untersuchung desselben hat man gefunden: es ist in kaltem Wasser unauflöslich; bleibt es lange darin, so wird es von diesem durchdrungen, bläht sich auf und schwillt an, geht dann in saure Gährung über und fault erst nach langer Zeit, wobei es weniger Ammonium als andere thierische Theile entwickelt. In heissem Wasser verdichtet es sich und wird dabei durchsichtiger; erst durch längeres Kochen wird es in Leim (Tischlerleim, *colla;* s. S. 134) verwandelt. In Essigsäure verlieren die Zellgewebsfasern ihre weisse Farbe, werden durchsichtig, gallertartig und spröde; die Bündel verlieren ihre Längsstreifung, werden gleichartig, feinkörnig, schwellen etwas auf und kräuseln sich. Zu Anfange der Einwirkung der Essigsäure erscheinen in Folge der Kräuselung oft undeutliche und dicht gedrängte Querstreifen, die wie aus den feinsten Kügelchen bestehen und den Muskel-Querstreifen (s. S. 369) ähnlich sind. Bei einigen stärkern Bündeln zeigt sich auch in der Achse eine dunklere, körnige Substanz. Im Magensafte ist das Bindegewebe schwerer löslich, als andere weiche Gewebe. Concentrirte Säuren und Alkalien lösen das Zellgewebe auf; in der Hitze wird es spröde und zerbrechlich; an der Flamme entzündet es sich schwer, verbreitet beim Brennen weniger Gestank und gibt bei der Destillation weniger Oel, Ammonium und stinkendes Gas, als andere Theile. Mit dem Gerbstoffe verbindet es sich zu einer festen, in Wasser unlöslichen, der Fäulniss widerstehenden Substanz, dem Leder. Es trocknet an der Luft schnell aus und schrumpft dann zusammen, wird aber nicht gelblich, sondern bleibt durchsichtig; wegen seiner adhäsiven Verwandtschaft zum Wasser zieht es dasselbe aus der Luft an. Es scheint weniger Stickstoff und Wasserstoff zu enthalten, als andere animalische Substanzen. Ausser dem Leime will *John* noch eine kleine Quantität Faserstoff, phosphorsauren und kohlensauren Kalk darin gefunden haben; der Gehalt an Eiweissstoff scheint gering zu sein. *Valentin* erhielt aus der essigsauren Lösung mittels Cyaneisenkalium ein, obwohl geringes und erst nach 12—24 Stunden sichtbares Präcipitat, welches sich in freier Essigsäure und im Ueberschuss von Eisenkaliumcyanid und in vielem Wasser wieder löste.

c. Hinsichtlich der **Lebenseigenschaften** will man im Zellgewebe eine organische (oder vegetative, auch vielen Pflanzen zukommende) Contractilität, lebendiges Bewegungsvermögen bemerkt haben, vermöge welcher es sich auf gewisse Reize zusammenzieht und die in ihm befindlichen Flüssigkeiten fortbewegt, wahrscheinlich hängt sie von einer innigern Annäherung und von einem stärkern Zusammendrängen der Elemente dieses Gewebes, sowie auch von einer zunehmenden Krümmung oder Beugung der Fasern ab. Merkwürdig ist, dass die Contractilität des Zellgewebes besonders an den Stellen unter der Haut vorkommt, wo diese eine dunklere Färbung hat (am Penis, Hodensacke, an der Brustwarze). Man kann vielleicht ein contractiles Zellgewebe annehmen, welches sich aber von dem gewöhnlichen, nicht contractilen, im Baue nicht unterscheidet. Das sogenannte

contractile Zellgewebe kommt mit den glatten Muskeln (s. S. 241) überein. — Vorzüglich tritt nun aber im Zellgewebe die bedeutende Bildungskraft, welche wegen seiner grossen Menge zarter Gefässe weit mehr entwickelt ist als in allen andern weiss aussehenden Geweben, deutlich hervor. Unter allen Geweben, nächst der Oberhaut, regenerirt es sich am leichtesten und Substanzverlust desselben wird daher ziemlich vollständig wieder ersetzt. Die Narbe unterscheidet sich von der normalen Form nur dadurch, dass sie aus fest verbundenen und einander durchkreuzenden Zellgewebsbündeln besteht, und daher in lockeren Theilen fester, in sehnigen lockerer ist, als die gesunden Partieen. Meist bildet sich auch bei Zerstörung anderer Gewebe an der Stelle derselben Zellgewebe, theils wenn sie zur Regeneration weniger geneigt sind, theils wenn die organisirende Kraft zu ihrer Wiederherstellung nicht ausreicht. Trotz dieser bedeutenden Bildungskraft des Zellgewebes steht dasselbe aber doch keiner Absonderung vor, denn das Fett, welches gewöhnlich als Secret desselben betrachtet wird, weil es in den Interstitien des Zellgewebes vorkommt, ist ein organisirtes, in eigenthümlichen Zellen erzeugtes Gewebe (s. später Fettgewebe), welches durch die Blutgefässe des Zellgewebes nur seinen Nahrungsstoff erhält. Die im Zellgewebe vorkommende Flüssigkeit aber ist die alle Gewebe durchdringende parenchymatöse Bildungsflüssigkeit (s. S. 142), welche besonders reichlich in schlaffem und blutreichem Zellgewebe sich anhäufen kann. — Da das Zellgewebe keine animalen, sondern sympathische Nerven besitzt, so ist es im gesunden Zustande völlig unempfindlich.

Die Contractilität des Zellgewebes stimmt nach *Henle* mit der organischer Muskeln überein und diese Uebereinstimmung zeigt sich in folgenden Punkten. 1) Die Fasern beider befinden sich, so wie die der animalen Muskeln, auch ausser der Reizung in einem Zustande mittlerer Contraction, so lange nicht Reize oder deprimirende Einflüsse wirken. Das Resultat derselben ist der *tonus*, das Resultat der normalen Contraction der Gefässwände der gesunde *turgor*. Der Tonus verliert sich erst im Tode; alle zellgewebigen Organe erschlaffen, und wo Zellgewebe Höhlen oder Kanäle begränzt, da lässt es ebenso wie die organischen Muskeln die eingeschlossenen Flüssigkeiten durchsickern. — 2) Die Contractionen des Zellgewebes nach Reizung entstehen eben so allmälig und eben so anhaltend, wie die der organischen Muskeln; sie sind aber nicht rhythmisch, intermittirend. — 3) Sie breiten sich leicht von der gereizten Stelle weiter aus. Kälte auf eine Stelle der Haut gebracht, erregt Schauder und Gänsehaut über die ganze Hautoberfläche. Sehr gross scheint die Neigung zur Mittheilung in den Blutgefässen zu sein. — 4) Auch der Tonus des Zellgewebes wird durch allgemeine Zustände vom Rückenmarke aus verändert. Schreck, Furcht u. s. w. bewirken Gänsehaut, Haarsträuben; auch die Leidenschaften haben, wie bekannt, grossen Einfluss auf den Turgor der Haut. — 5) Wie die Iris den Bewegungen der Augenmuskeln, so associirt sich die *tunica dartos* den Bewegungen der Dammmuskeln. — 6) Sicherlich gehört zu den reflectirten Bewegungen die Contraction der Haut von widerlichen Gehöreindrücken. — Es zeigen sich dagegen Zellgewebe und organische Muskelfasern sehr verschieden in Beziehung auf die Agentien, durch welche sie zu vermehrter Thätigkeit bestimmt werden. So wirken mechanische Reize, Elektricität nicht auf Zellgewebsfasern, dagegen hat Kälte auf organische Muskeln keinen Einfluss (s. S. 368). — *Henle* und *Stilling* glauben diese Contractilität von den organischen Fasern (organisch-motorische, vaso-motorische) abhängig.

d. Nach seiner **Formation** lässt sich das Zellgewebe (mit *Henle*) in formloses und geformtes trennen. Den Uebergang von dem formlosen zu dem geformten Bindegewebe dürften die Fascien machen, denn diese verhalten sich bei Kindern mehr als formloses Bindegewebe, während sie bei musculösen Erwachsenen aus wirklichen Membranen verdichteten Bindegewebes bestehen. Das geformte Bindegewebe setzt die fibrösen Gebilde (Sehnenhäute, Bänder, Sehnen) und die serösen Häute zusammen.

1) Das formlose oder schlaffe Bindegewebe besteht aus einzelnen, dickeren oder dünneren aus Zellgewebsfasern gebildeten Balken, welche netzförmig durch einander geflochten sind und häufig mit einander anastomosiren, indem einzelne Bündel von einem Balken abgehen und sich an einen andern anlegen; oder die Balken sind auch zu dünnen Plättchen genau und in verschiedenen Richtungen zusammengefügt und die Plättchen sind wieder so auf einander gestellt, dass sie zellige Räume einschliessen, welche durch weite Oeffnungen unter einander zusammenhängen. Diese letztere Anordnung findet sich da, wo das Zellgewebe in grössern Massen angehäuft ist. In den Interstitien des formlosen Bindegewebes liegen hier und da Fettzellen; die Gefässe und Nerven (vom Sympathicus) desselben kommen nach den Organen, deren Zwischenräume es ausfüllt, in sehr verschiedener Anzahl vor. Im Allgemeinen aber ist es reicher an Gefässen, als die Organtheile selbst, und der Träger der Gefässe, die für diese Organ-

theile bestimmt sind. Ob das formlose Zellgewebe contractil sei, ist schwer auszumachen (s. vorher).

2) Das geformte oder dichte Bindegewebe, zu welchem die zwischen 2 Flächen befindliche hautähnliche Schicht formlosen Zellgewebes den Uebergang macht, erscheint in Gestalt von Häuten, Scheiben, Bläschen und Strängen, welche meist ein faseriges Ansehen und eine glatte und um so glänzendere Oberfläche haben, je mehr die Faserbündel in einer Richtung und je dichter sie liegen; ferner construirt es das sehnige, seröse und äussere Hautgewebe, und kommt entweder als contractiles oder nicht contractiles vor. Zu dem nicht contractilen Bindegewebe, welches man auch fibröses oder tendinöses Gewebe (s. S. 331) nennen kann, rechnet *Henle*: *a)* die Sehnen (s. S. 332); — *b)* die Bänder (s. S. 332); — *c)* die Bandscheiben (s. S. 326); — *d)* die fibrösen Häute im engern Sinne, wie: die *tunicae albugineae* (des Bulbus, der Hoden, Nieren, Ovarien, Milz, Prostata, *corpora cavernosa*, die sehnige Bekleidung des Herzbeutels), die *dura mater*, das *centrum tendineum* des Zwerchfells, die Trommelfelle, das Gewebe der Klappen, das Neurilem, die Fascien, Bein- und Knorpelhaut; — *e)* die *tunica nervea (s. vasculosa s. propria)* des Darmkanals, der Gallenblase, Harnblase, des Nierenbeckens und Ureters, und der Ausführungsgänge einiger Drüsen; — *f)* die *tunica adventitia* der Gefässe und der langen Ausführungsgänge der Drüsen, nach aussen von der Ringfaserhaut; — *g)* die serösen Häute; — *h)* die Gefässhaut des Gehirns und Auges (*pia mater* und *choroidea*). — Zu dem geformten contractilen Bindegewebe gehört: *a)* die äussere Haut; — *b)* die *tunica dartos*; — *c)* das Balkengewebe der *corpora cavernosa*; — *d)* die Längs- und Ringfaserhaut der Gefässe.

d. Nutzen des Zellgewebes.

Dieses Gewebe, welches dem Organismus nicht als Secretionsorgan, sondern durch seine Zähigkeit, Weichheit, Contractilität und Elasticität als verbindendes Gewebe dient, durchdringt im formlosen Zustande den ganzen Körper und erstreckt sich selbst zwischen die kleinsten organischen Theile desselben hinein; theils füllt es die Zwischenräume zwischen den grössern und kleinern Organen aus (atmosphärisches Zellgewebe), so dass diese an einander befestigt werden, ohne doch wegen der Weichheit und Elasticität des Zellgewebes verhindert zu sein sich an einander zu verschieben, theils befindet es sich im Innern der Organe (parenchymatöses Zellgewebe; Stroma) und verbindet deren einzelne Theile zu einem Ganzen; es dient so gewissermaassen allen Gebilden zur Grundlage. Ferner kann es auch insofern als das Hauptorgan der Ernährung angesehen werden, als es, überall von Bildungsflüssigkeit durchdrungen und also der Träger der thierischen Feuchtigkeit ist, durch welche nicht nur alle Theile feucht und geschmeidig erhalten werden, sondern aus der auch die zu ernährenden Theile neue Substanzen an sich ziehen, und zu welcher die aus ihnen bei ihrer Ernährung austretenden Substanzen übergehen. Es ist demnach das Zellgewebe der Sitz der Aushauchung und Aufsaugung und dient als Zwischenmittel zwischen den Arterienenden und Anfängen der aufsaugenden Gefässe.

a. Atmosphärisches oder äusseres Zellgewebe, Umhüllungs- oder Verbindungszellgewebe; ist ohne feste Gestaltung, äusserst weich, der Consistenz des Schleimes sich nähernd, sehr dehnbar und leicht zusammenzudrücken. Es füllt die zwischen den einzelnen Organen gelassenen Zwischenräume aus, indem es sich an die Oberflächen derselben anheftet und so gleichsam eine mit feuchtem Dunste geschwängerte Atmosphäre um dieselben bildet, welche die einzelnen Organe isolirt und doch auch mit einander verbindet, ohne wegen seiner Weichheit und Elasticität eine räumliche Veränderung derselben zu hindern. Dieses Zellgewebe steht durch den ganzen Körper mit einander im ununterbrochenen Zusammenhange und würde, wenn es für sich allein seine Form behaupten könnte und alle Organe herausgenommen wären, ein Ganzes bilden, was die Gestalt des Körpers behielte und eine Menge von leeren Stellen für die verschiedenen Organe darböte. Die Dicke der Lage, welche es um jedes Organ bildet, ist nicht überall dieselbe; ebenso findet sich zwischen manchen Theilen mehr ein lockeres und schlaffes Zellgewebe, zwischen andern dagegen ein kurzes und straffes. Eine ziemlich dicke Zellgewebslage liegt zunächst unter der äussern Haut, Unterhautzellgewebe, *tela cellulosa subcutanea*, welche eine Atmosphäre für die ganze Oberfläche des Bewegungssystems abgibt; sie hängt mit den tiefern Schichten des Zellgewebes ununterbrochen zusammen, die vorzüglich die Gefässe umhüllen und sich an den Stellen reichlicher finden, welche der Sitz grösserer Bewegungen sind. Ausserdem befindet sich unter den Schleim- und serösen Häuten eine mehr oder minder dicke Schicht von Bindestoff (submuköses und subseröses Bindegewebe). — An vielen Stellen enthält das Umhüllungs-Zellgewebe Fett (s. S. 136), welches bei Menschen, die mittelmässig fett sind, ungefähr den 20. Theil des ganzen Körpergewichts ausmacht. Von ihm werden kleine Tröpfchen in vollkommen geschlossenen Bläschen (Fettbläschen) in den Interstitien des Zellgewebes, nicht, wie *Treviranus* meint, in den Elementarcylindern des Zellgewebes, eingeschlossen (s. später Fettgewebe).

b. Parenchymatöses, zusammensetzendes, Organen-Zellgewebe; ist eine dem atmosphärischen gleiche Substanz, welche im Innern Gewebe der meisten

Organe, zwischen deren Elementartheilen liegt und die einzelnen Theilchen eines Organes zu einem Ganzen verbindet. Es verhält sich in den verschiedenen Organen verschieden und gestaltet sich, je nachdem es seine Umgebung mit sich bringt, zu Blättern, Fäden und Scheiden. So bildet es um Fasern und Fäserchen der Muskeln, Nerven und des fibrösen Gewebes scheidenartige Hüllen; in den Drüsen vereinigt es die einzelnen Lappen, Läppchen und Körner, und in den aus mehrern häutigen Lagen zusammengesetzten Organen findet es sich zwischen diesen verschiedenen Lagen. Die Quantität dieses Zellgewebes steht im Allgemeinen mit der Zahl der verschiedenen Theile, welche ein Organ enthält, im Verhältnisse. In dem Maasse, als sich das Zellgewebe zertheilt, um die feinsten Theile der Organe zu umfassen, wird es selbst feiner und bildet eine um so dünnere Hülle. Während es auf solche Weise die mit eigener Lebendigkeit versehenen Gebilde durchdringt, tritt es in denjenigen von ihnen, in welchen die Lebendigkeit ein Extrem erreicht, so zurück, dass man es kaum oder gar nicht zu erkennen vermag; nämlich in den Knochen und Knorpeln, zwischen den Muskelfasern des Herzens und den Markfasern des Gehirns.

e. **Fettgewebe** (S. Bd. I. S. 573).

Das Fett (s. S. 135) kommt im Thierkörper nie frei (als uneingeschlossene Fetttröpfchen) vor, sondern immer, wenn es in zusammenhängenden Lagen und als selbstständiges Gebilde erscheint, in eigenthümliche, vollkommen geschlossene, rundliche, ovale, oft durch gegenseitigen Druck polyedrische, glatte Bläschen oder Zellen (in der Regel ohne Kern), d. s. Fettbläschen, Fettzellen (von 0,018—0,036‴ Dm.), eingeschlossen, welche in den unter einander zusammenhängenden und grösseren Interstitien des lockern Bindegewebes eingelagert sind, sich isoliren lassen, und aus einer äussert zarten, durchsichtigen structurlosen Hülle bestehen, die entweder einen einfachen Tropfen flüssigen Fettes oder neben einem grössern Fetttropfen noch mehrere kleinere Fetttröpfchen einschliesst. Sie zeichnen sich durch ihre ebene, matt glänzende und stark lichtbrechende Oberfläche, ihre scharfen und dunkeln Contouren bei durchfallendem Lichte, ihre silberglänzenden Ränder und weissliche Mitte bei auffallendem Lichte aus; Essigsäure scheint die Hülle der Fettbläschen permeabler zu machen und zuletzt aufzulösen (was Einige bezweifeln), wobei das Bläschen kleiner wird (wahrscheinlich weil dann keine Enosmose, sondern blos Exosmose stattfindet); bei etwas höheren Wärmegraden tritt das Fett durch die Zellenmembran heraus und vereinigt sich dann zu grössern Fetttropfen. — Meist ist in einer Zellgewebslücke eine grössere oder geringere Zahl von Fettbläschen eingeschlossen, zwischen denen sich nur ganz vereinzelte Zellgewebsfasern hinziehen und die Bläschen zu grössern oder kleinern Klümpchen (Fetttränbchen) vereinigen. Es können auch Fettbläschen in ziemlich zusammenhängender flächenartiger Schicht vorkommen, wie im subcutanen Zellgewebe, als Fetthaut, *panniculus adiposus*. Zwischen den einzelnen Klumpen und Klümpchen von Fettbläschen verzweigen sich die Blutgefässe so, dass immer mehrere Fetttränbchen an den Verästelungen eines Arterienstämmchens, wie Beeren an einem Stiele hängen und dass die Fettzellen in einem Netze von Capillaren eingebettet sind. Grössere Fettzellen werden selbst von feineren Capillargefässen umsponnen. Nach *Mascagni* erhält jede Fettzelle eine Arterie und eine Vene. Ob die Membran der Fettzelle etwas Constantes und das Contentum derselben wechselnd ist, oder ob Hülle und Inhalt zusammen entstehen und vergehen, ist noch unausgemacht. *Béclard* glaubt, dass mit dem Fette auch die Bläschen schwinden; *Hunter* will dagegen auch Fettzellen im leeren Zustande unterschieden und *Gurlt* dieselben bei magern Thieren statt des Fettes mit Serum gefüllt gesehen haben. Sonach scheinen die Fettzellen beim Schwunde ihres fettigen Inhaltes nicht unterzugehen. Oefters findet man Fettzellen, bei welchen eine theilweise Trennung des festeren Fetttheiles (Margarin) von dem flüssigen (Olein) stattgefunden zu haben scheint. Es zeigen sich nämlich auf der innern Fläche der Zellenwand (meist nur an einem Pole der Zelle) Krystallnadeln (Margarinsäure), welche in Gestalt eines Sternes, von einem Centrum ausstrahlend, beisammenliegen. Die Entwickelung der Fettzellen ist noch dunkel; gewöhnlich haben diese Zellen keinen Kern; doch dürfte die Bildung derselben ebenfalls nach den Gesetzen der Zellenlehre erfolgen.

Junge Fettzellen enthalten niemals einen sie ganz ausfüllenden Fetttropfen, sondern mehrere kleinere Tröpfchen, welche sich erst später vereinigen. Die Fettzellen des Erwachsenen haben einen 4mal grössern Durchmesser, als die des Neugebornen. — Bei einem Manne von mittlerer Stärke beträgt die Menge des Fettes nach *Béclard* etwa den 20. Theil seines Körpergewichtes. Das Fettgewebe findet sich am reichlichsten: im Unterhautzellgewebe (des Bauches, Gesässes, der weiblichen Brüste, Hohlhand, Fusssohle, Wange), in der Orbita, dem Netze, um die Nieren herum, auf dem Herzbeutel und Herzen, in den Knochen. Ueber Neubildung von Fettgewebe s. S. 164.

B. Hautsystem, *systema membranarum*.

I. Epithelium, Oberhäutchen.

Alle freien Oberflächen des Körpers sind mit einer mehr oder minder mächtigen Schicht isolirter kernhaltiger Zellen, Epitheliumzellen (s. S. 147), überzogen, die ein dünnes, weiches, etwas brüchiges, feuchtes, durchsichtiges, glattes, gefäss- und nervenloses, hautförmiges Gebilde darstellen, welches man unter dem allgemeinen Namen Oberhäutchen, Epithelium, begreift. Dasselbe kommt nicht blos in offenen Höhlen, wie auf der äussern Haut und Schleimhaut (nebst ihren Einstülpungen und Verästelungen) vor, wie man früher meinte, sondern auch an den Wänden geschlossener Höhlen, sowohl wenn dieselben leer sind, wie die grössern serösen Säcke und die Hirnventrikel, als auch wenn sie Flüssigkeit enthalten, wie die Synovialkapseln, das Herz, die Blut- und Lymphgefässe, die Secretionskanälchen. Nur die seitlichen und hintern Wände der Augenkammern und die Wände der grössern Höhlen, welche man hier und da im Zellgewebe findet und Sehnenscheiden oder Schleimbeutel nennt, haben keinen Epithelial-Ueberzug. — Früher hielt man die Oberhaut für unorganisirt, für einen structurlosen, schichtweise von den Gefässen der darunter liegenden organisirten Haut *(matrix)* abgesonderten und erhärteten Schleim oder Hornstoff, der den Organen, welche er überzieht, als ein schützender Ueberzug diene. Allein die Oberhaut ist kein blosses Absonderungsproduct des unterliegenden Organes, sondern sie bildet sich, wie jedes organische Gewebe, unter dem Einflusse des Gesammtorganismus nach eigenen Gesetzen und die unterliegende Matrix liefert aus ihren Gefässen nur das Cytoblastem, in dem sich die Epitheliumzellen bilden; weshalb die Oberhaut schichtweise von der Matrix her wachsen muss. Die physiologische Bedeutung des Epitheliums ist aber nicht allein, ein schützender Ueberzug der Matrix zu sein, sondern es können auch ihre Zellen, gleich andern organischen Zellen, der Absonderung, Aufnahme von Stoffen und selbst der Bewegung dienen, und ohne Zweifel muss die Ursache ihres Wachsens in den Lebenseigenschaften der Zellen selbst gesucht werden. Deshalb hat auch die Oberhaut einen eigenthümlichen und an verschiedenen Stellen einen verschiedenen Bau, und zeigt verschiedene chemische Veränderungen.

Structur des Epithelium. Die Elemente der Epithelien sind Zellen mit einem Kerne, die aber weder in der Form noch chemischen Zusammensetzung überall und zu allen Zeiten einander gleichen. Am constantesten ist der excentrisch liegende Kern; er ist rundlich oder oval, oft auch mehr

oder weniger eckig, mehr oder minder platt, meistens farblos oder zuweilen blassröthlich, von 0,002—0,003‴ Dm., und mit 1 oder 2 kleinen punktförmigen Kernkörperchen (von 0,002—0,008‴ Dm.) versehen, zu denen sich oft noch unregelmässig zerstreute, feinere und blässere Körnchen gesellen; in jungen Epithelialzellen hat der Kern ein mehr körniges, in älteren ein vollkommen homogenes Gefüge und dann mehrere Kernkörperchen. Der Kern ist in Essigsäure, in kaustischem und kohlensaurem Ammoniak unlöslich, in kaustischem und kohlensaurem Kali aber löslich. Die **Zelle**, welche entweder den Kern dicht umgibt oder denselben 6—7mal an Grösse übertrifft, ist meistens wasserhell und farblos, doch auch oft mit kleinen Pünktchen besetzt; ob sie hohl und mit Flüssigkeit gefüllt oder eine solide Kugel sei, ist nicht leicht zu bestimmen; wahrscheinlich ist das erstere der Fall, denn bei jüngern Zellen gelingt es, die äusserst feine Hülle zu trennen, worauf eine lymphatische Flüssigkeit sich ergiesst und der Kern austritt. Ist die Zelle rundlich und gross, so liegt der Kern excentrisch in der Wand; bei platten Zellen ragt er dagegen gewöhnlich auf beiden Seiten hervor. Jugendliche Epithelialzellen umschliessen den Kern fast ganz dicht (bis auf eine geringe Flüssigkeit zwischen Kern und Hülle und richten sich dann in ihrer Gestalt nach der des Kernes. Je älter die Zellen werden, desto mehr entfernt sich die Hülle von dem Kerne. Bei fortschreitendem Wachsthume kann die Zelle zwei Hauptformen annehmen; sie **wächst nämlich entweder in die Breite**, wird platt und durch gegenseitiges Aneinanderpressen der einzelnen Zellen mehr oder weniger polyedrisch; oder sie wächst **mehr in die Länge**, bekommt eine mehr konische Gestalt. Durch die erstere Art des Wachsens entsteht das **Pflaster-**, durch die letztere das **Cylinder-Epithelium**. Doch kommen auch Zwischenformen zwischen diesen beiden Epitheliumarten vor, d. i. das sogenannte **Uebergangsepithelium**. Gewöhnlich unterscheidet man: Pflaster-, Cylinder- und Flimmer- oder Wimperepithelium; diesen Epithelien kommen (nach *Henle*) die folgenden Eigenschaften zu.

a. **Pflasterepithelium** (wegen des dem Strassenpflaster ähnlichen Ansehens), **Plattenepithelium**, *epithelium lamellosum* (nach *Krause*); bei diesem wiederholt die Zelle, welche endtweder rundlich, plattrundlich oder vieleckig sein kann, im Allgemeinen die Contouren des Kerns, demselben entweder dicht anliegend oder eine geräumige Blase um ihn bildend. Die Zellen liegen entweder dicht beisamen, und dann werden sie durch gegenseitigen Druck polygonal, oder sie lassen geringe Zwischenräume zwischen sich, welche von einer wasserhellen Intercellularsubstanz ausgefüllt werden, deren Contouren dann auf der Fläche wie ein netzförmiges Capillarsystem erscheinen. Diese Epitheliumart ist die verbreitetste und zugleich die einzige, welche durch eine eigenthümliche chemische Umwandlung der Zellen und durch Anhäufung von vielen Schichten einen dicken und festen, hornartigen Ueberzug bildet. Die einfachste Form und die feinste, nur aus einer einfachen Lage sehr kleiner kugeliger Zellen gebildete Schicht von Pflasterepithelium überzieht die freie Oberfläche der serösen Häute und die feinere Schleimhaut (z. B. die der Paukenhöhle, der Drüsenkanäle). — An diese einfachste Form schliesst sich zunächst das Epithelium des Herzens und der Gefässe, welches sich erst in den feinsten Capillaren verliert (s. S. 412). — Eine sehr charakteristische Form haben die Epitheliumzellen der *plexus choroidei*; sie sind polygonal, rundlich oder auch abgeplattet und etwas nach der Fläche gebogen (an den Zotten), gelblich und gleichmässig körnig, und schicken von den Winkeln nach unten, gegen die Zellgewebsschicht des Plexus kurze, schmale und spitz zulaufende, wasserhelle Fortsätze aus, wie Stacheln. Ferner zeichnen sich diese Zellen auch noch durch 1 oder 2 kleine, vollkommen runde, röthliche oder gelbliche Kügelchen aus, welche dunkler und kleinkörniger sind und oberflächlicher sitzen als der Zellenkern. — An manchen Stellen liegen die Zellen des Pflasterepitheliums in mehrern Schichten über einander (**geschichtetes Pflasterepithelium** *Henle's*), und hier sind immer die Zellen der äussern Schicht im Verhältnisse zum Kerne breiter, aber zugleich viel platter, so dass sie Plättchen oder Schüppchen darstellen, auf deren Fläche der Kern einen Vorsprung bildet. An der Oberfläche der Matrix bilden sich hierbei neue Lagen und drängen die ältern nach aussen, während diese bis zu einer gewissen Entfernung von der Matrix sich lebend erhalten, auch wohl noch wachsen, dann aber absterben und abfallen. Feinere derartige Schichten finden sich an der innern Fläche der *dura mater* und Synovialkapseln und an der äussern der *pia mater*; stärkere Schichten kommen auf der Schleimhaut der Harnblase, Ureteren und Nierenbecken vor, noch stärkere auf der Conjunctiva des Bulbus, der Schleimhaut am Eingange der Nasenhöhle, der Mund- und Rachenhöhle, der Zunge und des Schlundes bis zur Cardia, ferner der äussern weiblichen Geschlechtstheile und des Harnröhreneinganges, der Scheide und des Mutterhalses bis zur Mitte des letztern. Die stärksten Schichten von Epitheliumzellen überziehen die äussere Haut als Epidermis.

b. **Cylinderepithelium**, *epithelium cylindraceum*; es kommt beim Menschen nur auf Schleimhäuten vor uud besteht aus weniger cylindrischen als vielmehr konischen, punktirten und nur selten wasserhellen Zellen, die wie Fasern aufrecht neben

einander stehen und ihre Spitze der Schleimhaut, die Basis der freien Oberfläche zuwenden; meistens liegt mitten zwischen der Basis und Spitze der runde oder oder ovale Kern und darüber und darunter ist die Zelle etwas eingeschnürt. Die Endfläche ist platt oder etwax convex, bald rundlich, bald polygonal, 4-, 5- oder 6eckig und dem entsprechend das quer abgestutzte prismatische Ende bald ganz rund, bald 4—6seitig. Wie im Pflasterepithelium liegen die Zellen entweder dicht an einander gedrängt oder durch etwas Intercellularsubstanz von einander geschieden. Nach *Krause* sind die länglichen Zellen (meistens von $\frac{1}{125}$—$\frac{1}{50}$''' Länge und $\frac{1}{510}$—$\frac{1}{250}$''' Dicke und Breite) dieses $\frac{1}{100}$—$\frac{1}{25}$''' dicken Epitheliums an ihrem spitzigen, gegen die Schleimhaut gerichteten Ende von einer dünnen Lage kleinerer, plattrundlicher Zellen umgeben, oder vielleicht geht jeder einzelne Cylinder aus einer rundlichen Zelle hervor. Nach *Valentin* kommt es bisweilen vor, dass eine Cylinderepitheliumzelle aus 3—4 an einander gereihten Zellen mit eben so viel Kernen besteht und nur die äusserste länglich kegelförmig ist (d. i. senkrecht fadig aufgereihtes Epithelium). Das Cylinderepithelium kommt vor: auf der *conjunctiva palpebrarum* (nach *Krause*; nach *Henle* ist hier Flimmerepithelium), der Schleimhaut des Darmkanals von der Cardia an bis zum After, in den grössern Stämmen der Ausführungsgänge der Drüsen, in der Gallenblase (mit Galle imbibirt), auf der Schleimhaut der männlichen Geschlechtstheile; von den Secretionsröhrchen besitzen nur die *tubuli seminiferi* ein solches Epithelium. Das Cylinderepithelium ist nur eine Modification des Pflasterepithelium, denn auf derselben Fläche sieht man das eine in das andere allmälig durch eine Reihe von Zwischenformen übergehen, so dass sich zwischen beiden

Uebergangsepithelium findet, welches aus unregelmässigen, halbovalen oder abgestutzt kegelförmigen Zellen besteht und an folgenden Stellen vorkommt: an der Cardia, in der männlichen Urogenitalschleimhaut, vom Eingange der Blase bis an das Nierenbecken hin, indem es nach der Harnröhre hin zu Cylinderepithelium, nach den Nieren hin zu einfachem Pflasterepithelium sich umgestaltet. Selbstständig kommt es in der Schleimhaut der weiblichen Harnwerkzeuge zwischen dem Pflasterepithelium der Urethra einerseits, und des Nierenbeckens andrerseits vor.

c. Flimmerepithelium, *epithelium ciliatum vibratorium*. Die Zellen dieses Epitheliums unterscheiden sich von denen des Cylinderepitheliums nur dadurch, dass aus ihrem breiten freien Ende 3—8 kurze wasserhelle, kolbig oder spitz zulaufende mikroskopische Härchen (von $\frac{1}{200}$—$\frac{1}{250}$''' Länge und $\frac{1}{2000}$—$\frac{1}{1200}$''' Breite), d. s. Flimmerwimpern, *cilia vibratoria* (von *Purkinje* und *Valentin* entdeckt), hervorragen. Diese Cilien, welche aus derselben Substanz wie die Membran der Zellen zu bestehen scheinen und breiter als dick sind, zeigen sich bald wie Franzen an Länge gleich und gestreckt, bald wie ein Pinsel, in der Mitte höher als an den Seiten, bald von einer Seite zur andern an Länge continuirlich abnehmend. Das Flimmerepithelium kommt beim Menschen an folgenden Stellen vor: in der Nasenhöhle, soweit sie von knöchernen Wänden gebildet wird, und in den Nebenhöhlen derselben, im *canalis* und *saccus lacrymalis*, an der *conjunctiva palpebrarum*, im obern Theile des Pharynx und knorpligen Theile der *tuba Eustachii*, an der untern Fläche des Kehldeckels, im Kehlkopfe und in der Luftröhre bis zu den Lungenbläschen herab; auf der Schleimhaut der Gebärmutterhöhle von der Mitte des Mutterhalses an bis zu den Franzen der Trompete; auf den Wänden der Hirnhöhlen (*plexus choroidei* und Höhlung des Geruchsnerven) und nach *Valentin* auch an der innern Fläche der Scheiden der Nervenfibrillen.

[Ueber Flimmer- oder Wimperbewegung s. S. 241 u. 91.]

II. Seröse Haut, *membrana serosa.*

Die serösen Membranen (s. Bd. I. S. 562), welche geschlossene Säcke darstellen und aus einer Schicht verdichteten (geformten) Zellgewebes bestehen, sind mit ihrer äussern Fläche durch das lockere ungeformte subseröse Bindegewebe an die Nachbartheile angeheftet, dagegen an ihrer innern, freien, glatten und befeuchteten Oberfläche mit einer einfachen oder mehrfachen Schicht Pflasterepitheliums bekleidet. Sie enthalten entweder seröses Fluidum und liegen in den grössern Körperhöhlen zwischen den Wänden und Eingeweiden derselben (wie: die Pleura, das Pericardium, Peritonäum, die Arachnoidea, die Hodenscheidenhaut, das Amnion, die Linsenkapsel, das häutige Labyrinth des Ohres); oder sie sind mit dicklichem eiweisshaltigen Fluidum (Synovia) gefüllt und haben ihre Lage in den Gelenken, um Sehnen oder unter der Haut (wie: die Gelenksynovialkapseln, Muskel- und Hautschleimbeutel). Bisweilen bilden sich auch da, wo Reibung mit Druck eine Glättung der sich an einander verschiebenden Zellgewebsflächen und eine Vergrösserung von Zellgewebsräumen durch Schmelzung ihrer Zwischenwände bedingt, neue seröse Kapseln oder

Cysten (accidentales seröses Gewebe), die sich ebenfalls mit Flüssigkeit füllen.

Die Absonderung der serösen Membranen muss — wenn man den einfachen Bau dieser Häute betrachtet, an denen für eine besondere Absonderung durchaus kein Apparat vorhanden ist, und wenn man ferner das Product der Absonderung selbst berücksichtigt, welches dem Serum des Blutes fast ganz ähnlich ist — für die einfachste secretorische Thätigkeit, nur für ein Durchschwitzen der allgemein verbreiteten Blutflüssigkeit, deren Strömung nach der freien Fläche der Membran gerichtet ist, angesehen werden. Diese Strömung geht mit grosser Schnelligkeit und ziemlicher Kraft vor sich; dass die abgesonderte Flüssigkeit so verdünnt ist, hat vielleicht seinen Grund in der Epitheliumschicht an der innern Fläche der serösen Membran, welche nur die ganz dünnflüssigen Theile durchtreten lässt. Früher glaubte man, dass der seröse Liquor während des Lebens in Dunstform vorhanden sei, allein dies ist deshalb ganz unmöglich, weil die Eingeweide die betreffenden Höhlen so vollkommen ausfüllen, dass ein Gas gar nicht Platz hat. Ueberhaupt kann es niemals zur Bildung eines luftleeren Raumes in einem serösen Sacke (überhaupt nicht im Körper) kommen; dies wird verhindert: durch Eindrückung der Körperoberfläche von der atmosphärischen Luft; oder durch Ansaugen (wie durch einen Schröpfkopf) von Serum aus dem Blute (so Bildung des Hydrops *ex vacuo*); oder durch Hinziehen benachbarter Organe; oder durch widernatürliche Ausdehnung benachbarter lufthaltiger Organe. Wird ein mit abnorm viel Flüssigkeit erfüllter seröser Sack (Hydrops) angestochen, so springt die Flüssigkeit im Strahle wie aus einer Fontaine hervor, selbst wenn die Wand der Höhle nicht mit musculösen Schichten umgeben ist; was für die grosse Elasticität der serösen Haut spricht.

Die Flüssigkeit der serösen Säcke, *serum membranarum serosarum*, ist sehr dünnflüssig, gelblich, durchsichtig und klar, und kann hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung als ein Serum betrachtet werden, welches $^3/_4$—$^4/_5$ seines Eiweissstoffes verloren hat. Nach *Berzelius* bestehen 1000 Theile dieser Flüssigkeit aus: Wasser 988,30 — Eiweiss 1,66 — salzsaurem Kali und Natron 7,09 — milchsaurem Natron mit Osmazom 2,32 — Natron 0,28 — thierischer, in Wasser und nicht in Weingeist löslicher Materie, mit einer Spur von phosphorsauren Salzen, 0,35. — Dieses Serum wird während des Lebens nur in solcher Menge ausgehaucht, welche hinreicht, die freie innere Fläche des Sackes feucht und schlüpfrig zu erhalten, die Reibung der Organe zu verhindern und ihr Aneinanderkleben zu verhüten.

III. Schleimhaut, *membrana mucosa.*

Die Schleimhaut (s. Bd. I. S. 564), die gefäss- und nervenreiche Auskleidung der innern Oberfläche des Körpers, besteht ihren wesentlichen histologischen Elementen nach und zwar von ihrer freien Fläche an: aus einer Epithelialschicht, einer structurlosen Membran (intermediäre Haut *Henle's*) und aus einer Lage geformten Bindegewebes (eigentliche Schleimhaut), welche durch lockeres ungeformtes Bindegewebe (submuköser Zellstoff) an die Wände der ausgekleideten Höhlen befestigt ist. Es birgt die Schleimhaut in ihrem Gewebe, aber an verschiedenen Stellen in verschiedener Menge, unzählige, grössere und kleinere, einfachere und zusammengesetztere, vereinzelte und in Haufen beisammen liegende Drüsen, und zeigt auf ihrer freien von Schleim überkleideten Oberfläche: Wärzchen, Zotten, Falten, Gruben, Drüsenbläschen und Drüsenmündungen. Die Gefässe der Schleimhaut haben einen sehr gewundenen Verlauf und gehen in weite Capillaren über, die ein sehr engmaschiges Netz bilden. Auch die Lymphgefässe sind in den Schleimhäuten sehr zahlreich. Die Nerven bilden feine Geflechte, deren Endverzweigungen dicht

unter die intermediäre Haut zu liegen kommen. (Weiteres s. bei den verschiedenen, mit Schleimhaut ausgekleideten Organen.)

Das Epithelium der Schleimhäute ist bald ein pflaster-, bald ein cylinderförmiges, stellenweise auch ein flimmerndes oder ein Uebergangsepithelium; es ist bald ein einfaches, bald geschichtet, und setzt sich durch die Ausführungsgänge in die Drüsen fort, wo die Epithelialzellen allmälig in wahre Drüsenzellen übergehen. — Die structurlose intermediäre Haut ist bald eine vollkommen homogene, bald eine mehr oder weniger körnige Membran, welche sich ebenfalls durch die Ausführungsgänge in die Drüsen fortsetzt, hier aber zur eigentlichen Drüsenhaut wird. Die Zwischenhaut ist in den mittelstarken Schleimhäuten am dicksten; an sehr starken, wie an sehr feinen Schleimhäuten soll sie nach *Henle* ganz fehlen, so dass an diesen die Epithelialzellen unmittelbar auf der Zellgewebshaut aufliegen. Dagegen hat sie *Gerlach* auch an solchen Schleimhäuten (der Zunge und Paukenhöhle) gefunden. — Die Zellgewebshaut besteht aus dicht an einander gedrängten und sich vielfach durchkreuzenden Bündeln von Zellgewebsfasern, welche mit ziemlich vielen Kernfasern besetzt und hier und da auch mit elastischen Fasern durchwebt sind. Von der Dicke dieser Haut, welche übrigens innig mit der Zwischenhaut verbunden ist, hängt die Stärke der Schleimhaut ab, und diese ist an verschiedenen Stellen sehr verschieden. — Die Schleimdrüsen sind (nach *Gerlach*) entweder einfache oder zusammengesetzte. Die einfachen Drüsen, *cryptae mucosae*, sind flaschenförmige Ausbuchtungen der intermediären Membran in die Zellgewebshaut, welche am Grunde weiter, dagegen dicht unter der freien Fläche der Schleimhaut eingeschnürt erscheinen. Diese Ausbuchtungen enthalten Zellen und Zellenkerne, welche die Gestalt der Epithelialzellen der Schleimhaut haben und mit denselben in einem continuirlichen Zusammenhange stehen. In der Mitte dieses geformten Drüsen-Inhaltes bleibt ein einfacher oder nach unten gabelförmig sich theilender freier Raum, welcher die Stelle des Ausführungsganges versieht, nach oben von Epithelialzellen umgeben wird und sich trichterförmig endigend etwas über die Schleimhautfläche erhebt. Die zusammengesetzten Schleimdrüsen ragen tiefer in die Schleimhaut hinein, bis in das submuköse Zellgewebe; sie bestehen aus zahlreichen rundlichen Bläschen (von etwa 0,012‴ Dm.), welche nicht vollkommen geschlossen sind, sondern unter einander zusammenhängen und so Läppchen darstellen, welche nach aussen durch Bindegewebe abgegränzt werden. Bisweilen verlängern sich die Bläschen eines Läppchens zu förmlichen zusammenhängenden Schläuchen, was der ganzen Drüse ein gewundenes Ansehen verleiht. Jede zusammengesetzte Schleimdrüse besteht aus einem oder mehreren dieser Läppchen, von denen ein jedes seinen Ausführungsgang hat, der sich mit den Ausführungsgängen der andern Läppchen zum gemeinsamen, an der freien Fläche der Schleimhaut ausmündenden Ausführungsgange vereinigt. Die Drüsenbläschen bestehen aus einer homogenen Membran, der Fortsetzung der intermediären Haut, auf deren äusserer Fläche ein feines Capillargefässnetz ausgebreitet ist. Der Ausführungsgang besteht in seiner einfachsten Form ebenfalls aus einer structurlosen Haut, welche an der innern Fläche mit Epithelialzellen besetzt ist. Dagegen besitzen die Ausführungsgänge grösserer Schleimdrüsen auf der structurlosen Schicht noch eine Lage feiner longitudinaler (Kern-) Fasern. Der Inhalt der Drüsenbläschen besteht theils aus Zellenkernen, theils aus Zellen, sowie aus einer grobkörnigen Masse. — Die Schleimhautwärzchen, welche über die freie Oberfläche der Schleimhaut mehr oder weniger hervorragen, entstehen durch Anhäufungen des submukösen Bindegewebes, in welchen sich zahlreiche Nervenfädchen verbreiten.

Die auffallendste Thätigkeit der Schleimhaut ist die Absonderung des Schleimes, *mucus*, einer zähen, hauptsächlich aus Wasser, Salzen (besonders Chlornatrium), Epitheliumzellen und sogenannten Schleimkörperchen bestehenden Flüssigkeit (Schleimsaft), welche ebensowohl von der ganzen

Fläche der Schleimhaut, wie von den Schleimdrüsen bereitet wird und deren Nutzen wohl noch nicht ganz genau ermittelt ist. Dass der Schleim ein nothwendiges Schutzmittel für die, vielen äussern Agentien ausgesetzte, Schleimhaut selbst ist, versteht sich von selbst; doch dürfte derselbe an verschiedenen Stellen auch noch andern Zwecken dienen (z. B. der Verdauung im Darmkanale; der Schlüpfrigerhaltung der Oberfläche; für oder gegen die Resorption, sowie der Auflösung oder Unlöslichmachung verschiedener Stoffe u. s. w.). Nach *Oesterlen* soll der Schleim den Gefässen der Schleimhaut insofern von Nutzen sein, als deren Expansion und Exsudation die weiche, laxe Schleimhaut allein keinen gehörigen Widerstand entgegensetzen könnte, während der Schleim als eine zähe, überall der Schleimhaut dicht anliegende Schicht nicht nur das Resistenzvermögen derselben vermehrt, sondern auch den Austritt seröser Flüssigkeit aus den Gefässen erschwert. Vorzüglich gibt aber, nach *Oesterlen*, der Schleim ein Hinderniss, wenn auch kein absolutes, für die Imbibition (Resorption) ab; alles Flüssige (Tropfbarflüssige und Gasförmige), was in die Schleimhaut eindringen will, muss erst den Widerstand überwinden, welchen ihm der Mucus entgegensetzt. Bei veränderter Menge und Beschaffenheit des Schleimes wird sich demnach auch die Imbibition anders verhalten müssen; der Mucus kann an und für sich ein anderer werden, in Folge gestörter Secretion der betreffenden Drüsen (wie es scheint, wird der Schleim, bei Verdünnung der Schleimhaut, ebenfalls dünner); oder er kann Veränderungen durch die Beimischung anderweitiger, abnorm sich verhaltender Flüssigkeiten erfahren, wodurch seine Resistenz gegen die Imbibition gesteigert oder vermindert werden kann. — [Der Magen und Darmkanal scheinen des Schleimes wegen, welcher sie überkleidet, im Allgemeinen ungünstige Stellen für die Resorption von Medicamenten zu sein. Dagegen dürfte die Schleimhaut der Nasenhöhle, des Zahnfleisches, der Lungen mit mehr Vortheil dazu benutzt werden.]

Schleim, *mucus*, welchen die Natur zum Schutze aller mit der Aussenwelt in
Wechselwirkung stehenden inneren Theile bestimmt hat und durch dessen Absetzung
sie vielleicht das Blut von einigen untauglichen Stoffen (Eisen?) befreit, ist eine dick-
liche, fadenziehende, trübe, graulich-weisse, meist mit weisslichen Flocken gemengte
Flüssigkeit, welche aus einem klaren, wasserhellen, tropfbaren Bestandtheile (Schleim-
saft; 94—95 p. C.) und aus einer zähen, gestaltlosen, homogenen, durchsichtigen Masse
(Schleimstoff; 5—6 p. C.) zusammengesetzt ist, und unter dem Mikroskope zahlreiche
Körperchen zeigt, von denen die grössern abgestossene Epitheliumzellen
mit Kernen und oft auch noch mit Kernkörperchen sind, die kleinern dagegen, welche
vorzugsweise Schleimkörperchen, *granula s. corpuscula muci*, heissen, nach *Krause*,
rundlich oder oval (seltener etwas eckig), von $^1/_{450}$—$^1/_{260}$''' Dm., weisslich opak, schein-
bar solid, mehr oder weniger stark punktirt oder zart granulirt, weich und oft mit einem
excentrisch liegenden *nucleolus* versehen sind. Wahrscheinlich sind diese Schleimkör-
perchen, welche sich durch Druck und Essigsäure in 2 oder 3 kleinere Körnchen (Kern-
körperchen) zertheilen lassen, Kerne von Primitivzellen, um welche sich noch keine
Zellenmembran gebildet hat, da sie den meisten Kernen der Epitheliumzellen an An-
sehen und Grösse ganz ähnlich und zuweilen von einem feinen hellen Saume, als An-
deutung der beginnenden Zellenmembran, eingefasst sind *(Krause)*. Sie werden deshalb
auch bei krankhafter Schleimabsonderung häufiger vorkommen müssen, weil hier die
älteren Epitheliumzellen sich schon losgestossen haben und nun auch die jüngeren,
noch unausgebildeten (d. s. die eigentlichen Schleimkörperchen) mit dem Schleime ent-
fernt werden. Manche Schleimkörperchen zeigen bei der Einwirkung von Wasser eine
deutliche Sonderung in Kern und Hülle; den meisten scheint aber die Hülle zu fehlen.
Von Eiter- und Lymphkörperchen sind die Schleimkörperchen durchaus
nicht zu unterscheiden. Einige nehmen deshalb auch an, dass, wo diese Körper-
chen im Schleime vorkämen, dieser letztere kein reiner Schleim mehr, sondern schon
eiterig *(Rayer's muco-pus)* sei. — Die im Schleime, nach der Häutungsart des Epitheliums
bald in grösserer, bald in geringerer Menge, bald beständig, bald nur zu gewissen Zeiten
vorkommenden Epitheliumzellen, von verschiedener Entwickelungsstufe, schwim-
men theils einzeln im Schleimsafte, theils werden sie durch den Schleimstoff zu unre-
gelmässigen Klümpchen zusammengeballt und bilden sowohl die Flocken des Schleimes,
als das schleimige Sediment verschiedener Excrete. — Der Schleim, welcher auf den
verschiedenen Schleimhäuten in seiner Farbe, Consistenz und seinen chemischen Eigen-
schaften etwas verschieden ist (je nachdem er nämlich die Schleimhaut vor der Be-
rührung saurer, oder alkalischer, oder anderer Substanzen zu schützen hat) ist in Wein-
geist, Essigsäure und Wasser unlöslich, und in letzterm um so weniger zertheilbar, je
dicker er ist, denn dann saugt er es ein und quillt auf; in der Wärme gerinnt er nicht;
von Weingeist und essigsaurem Blei wird er aus seiner Zertheilung in Wasser nieder-
geschlagen; er löst sich in kaustischem Kali auf und wird durch Säuren daraus gefällt;
an der Luft verliert er sein Wasser und trocknet zu spröden, firnissartig glänzenden
Blättchen ein; im Feuer schmilzt er und bläht sich auf, brennt mit Horngeruch und gibt

bei der Destillation kohlensaures Ammonium und brandiges Oel. Er enthält nach *Berzelius:* Schleimstoff 5,33 — Extract, in Alkohol löslich, und milchsaures Alkali 0,30 — Chlorkalium und Chlornatrium 0,56 — Extract, nur in Wasser löslich, mit Spuren von Albumin und einem phosphorsauren Salze 0,35 — Natron mit dem Schleime verbunden 0,09 — Wasser 93,37. — *Burdach* glaubt, dass der Schleim nicht in der zähen Consistenz, in welcher wir ihn antreffen, abgesondert wird, sondern dass er ursprünglich tropfbar und dünnflüssig, und nur durch Verlust eines Theiles seines Wassers verdickt worden ist. Da nun diese Verdickung am besten da zu Stande kommt, wo sich der Schleim ansammeln und eine Zeit lang verweilen kann, so dass der flüssigste Theil abfliesst oder verdunstet, so müssen die Schleimgruben und *folliculi mucosi* der Hauptsitz der Schleimbildung sein, aber nicht der alleinige. — Vom Eiter, welcher eine dem Schleime fast ganz ähnliche Zusammensetzung hat, indem er nämlich aus einem dünnen Fluidum, einer dem Schleimstoffe ähnlichen, zähen, thierischen Materie (dem Pyin), und aus Eiterkörperchen besteht, die den Schleimkörperchen ganz und gar entsprechen (nach *Donné* aber noch einmal so gross sein sollen), unterscheidet sich der Schleim nach *Hünefeld* dadurch, dass Picromel oder die mit Weingeist gefällte, filtrirte und evaporirte Galle denselben nicht auflöst, während wahrer Eiter vollkommen davon aufgelöst wird. *Donné* nimmt Ammoniak zur Eiterprobe; dieses bildet nämlich mit Schleim ein etwas fadenziehendes Liquidum, mit Eiter aber eine untersinkende, durchscheinende, zusammenhängende Substanz, die, wenn man sie auszugiessen versucht, mitfolgt.

IV. Aeussere Haut, *cutis,*

nebst ihren anhängenden **Horngebilden** (Haare; Nägel).

Die **äussere Haut** (s. Bd. I. S. 568) ist nicht nur das Organ des Tastsinnes, welches uns über die mechanischen Eigenschaften (Gestalt, Schwere, Cohäsion, Temperatur u. s. f.) der Körper der Aussenwelt belehrt, sondern sie nützt auch als schützende Hülle an der äussern Oberfläche des Körpers, sowie als ein nicht unbedeutendes Absonderungsorgan; dagegen kommt derselben die Fähigkeit zur Aufsaugung nur in geringem Grade zu. Gemeiniglich begreift man unter dem Namen „Haut" die aus mehreren über einander liegenden und verschieden construirten Schichten zusammengesetzte allgemeine Bedeckung des Körpers; also die Vereinigung von der Oberhaut, der eigentlichen oder Lederhaut, und des Unterhautzellgewebes, dessen Maschen an den meisten Körperstellen mit Fett angefüllt sind (weshalb es auch Unterhautfettgewebe, *panniculus adiposus,* genannt wird). In den genannten Schichten verbergen sich Gefühlswärzchen, Schweissdrüsen und Schweisskanäle, Talgdrüsen und Haarbälge.

Die **Lederhaut**, *corium* (s. Bd. I. S. 569), hat als Grundlage einen dichten Filz von Zellstofffasern und -fibrillen, die einander in allen gedenkbaren Richtungen durchkreuzen. Dieser Filz ist unter der freien, mit Epithelium überzogenen Fläche der Haut so dicht, dass auf einem senkrechten Durchschnitte eine ganz gleichförmige glatte Fläche sich darbietet; dagegen wird er nach der innern Fläche hin immer lockerer und geht in das Unterhautzellgewebe über. Stärkere Faserbündel der Lederhaut durchsetzen den *panniculus adiposus* und gehen in die unterliegende Fascia über *(retinacula cutis* nach *Krause)*, wodurch die Haut an verschiedenen Stellen mehr oder weniger fest angeheftet wird, und wodurch an gewissen Punkten die Falten, Furchen und Runzelungen erzeugt werden. Die freie Oberfläche der Lederhaut *(corpus papillare s. nervosum)* erscheint unter dem Mikroskope auffallend rauh durch eine grosse Menge kleiner Unebenheiten, welche von den Haut- oder Gesichtswärzchen gebildet werden, und durch Vertiefungen, welche theils die linearen Zwischenräume zwischen den Wärzchen, theils die trichterförmig sich verengenden Mündungen der Haarbälge und Schweissdrüsen sind. — Die **Oberhaut**, *epidermis* (s. Bd. I. S. 572), besteht aus 3 etwas verschieden gestalteten Schichten; die äussere, oberflächlichste, ist die Hornschicht

(cuticula): hart, trocken, compact, hornartig, durchscheinend, gelblich, aus grösseren, dünnen und platten, polygonalen kernhaltigen Zellen bestehend, die ihre Fläche nach innen und aussen wenden und in grösserer oder geringerer Mächtigkeit über einander geschichtet sind. Je weiter nach der Oberfläche hin diese Zellen liegen, desto mehr nimmt ihre Grösse, Abplattung und Dünnheit allmälig zu, während die tieferen Zellen weicher, weniger platt und etwas polyedrisch sind. Der Uebergang dieser letztern Zellen nun in die mittlere Epidermisschicht geschieht ziemlich rasch. Die mittlere Schicht, welche heller und durchsichtiger als die äussere und weisslich ist, besteht aus Zellen, die eng an einander gedrängt sind, daher eine polyedrische Gestalt haben, und deren Kerne sehr blass, weissgraulich und zart granulirt sind. Diese, sowie die innere Schicht (beide zusammen auch Malpighisches Schleimnetz genannt) wird weit leichter von Wasser durchweicht und durch Essigsäure angegriffen, als die Hornschicht. Die innerste, tiefe Epidermisschicht enthält eine grosse Anzahl von Zellenkernen, die sich, nach der mittlern Schicht hin, allmälig zu Zellen umbilden. Diese Zellen sind sehr klein, wenig grösser als ihre Kerne, rund, oval oder an einer Seite abgeplattet. Die Kerne und Zellen liegen zunächst der Lederhaut von einander getrennt, in einem texturlosen, halbflüssigen Blasteme. — Das **Unterhautzellgewebe** oder **Fettgewebe**, *tela cellulosa subcutanea*, *panniculus adiposus* (s. S. 606 u. Bd. I. S. 573), welches die Lederhaut an die unterliegende oberflächliche Fascia anheftetet, ist ein formloses, lockeres Bindegewebe, in dessen Maschen in grösserer oder geringerer Anzahl Fettzellen eingelagert sind.

Die **Haut als Schutzorgan.** Der Schutz, welchen die Haut den unter ihr liegenden Theilen gewährt, hängt theils von ihrer Textur und ihren chemisch-physikalischen Eigenschaften, theils von ihrer Dicke ab. Zuvörderst schützt die Epidermis die Lederhaut, vorzugsweise aber die Gefühlswärzchen (welche deshalb auch mit einer dickern Hornschicht überkleidet sind), gegen unsanfte Berührung, leichtere mechanische Einwirkungen. Mechanischer Beschädigung tieferer Theile widersteht die Lederhaut durch ihre Masse, Festigkeit, Dehnbarkeit und Elasticität, indem sie den Druck auf eine grössere Fläche vertheilt, zumal wenn das Unterhautzellgewebe viel Fett enthält. — Gegen chemische Einwirkungen vieler Substanzen, sowie auch gegen Gifte der verschiedensten Art, dient die Hornschicht der Epidermis als Schutz, indem diese von Wasser, schwachen Säuren und den meisten Salzen nicht aufgelöst wird, und sie selbst wieder durch den fettigen Hauttalg-Ueberzug geschützt ist. Doch kann die Hornschicht bei längerer Einwirkung von Flüssigkeiten, durch Imbibition derselben und durch Lockerung des Zusammenhanges der Epidermiszellen erweichen und dann etwas durchdringlich werden. Nur die kaustischen Alkalien, concentrirte Schwefel- und Salpetersäure lösen den Zusammenhang der Zellen, sowie die Zellensubstanz selbst auf. Die Lederhaut widersteht den chemischen Einflüssen nicht, indessen wird die von ihr aus fortschreitende Einwirkung zerstörender Substanzen auf die tiefern Theile dadurch beschränkt, dass der dichte Filz ihrer Fasern die Bildung eines festen Schorfes begünstigt. — Die Epidermis hemmt ferner auch in gewissem Grade den Durchgang der Luft, Wärme und Kälte, der elektrischen Strömungen, die zu schnelle Verdunstung der Flüssigkeiten des Körpers. Das Fettpolster unter der Lederhaut verhindert als schlechter Wärmeleiter, bei starker Abkühlung der Haut die Ausstrahlung der Wärme aus den tiefern Körpertheilen.

Die **Haut als Ausscheidungsorgan.** Auf der äussern Haut finden zweierlei Absonderungen statt; eine fettige, d. i. die des Hauttalges, der Hautschmiere, *sebum cutaneum*, welche in den Talgdrüsen (s. Bd. I. S. 571) abgesondert wird, sich von hier aus über die Epidermis verbreitet und diese, sowie die Haare einölt; und eine vorzugsweise wässerige Absonderung, d. i. die des Schweisses und der unmerklichen Ausdünstung (Perspiration), des Hautdunstes. Da der flüssige Schweiss

hauptsächlich aus den Schweissdrüsen stammt, der Hautdunst aber vorzugsweise von den Gefässen der Hautoberfläche geliefert wird, so trennen Manche die wässerige Absonderung der Haut in die des Schweisses und des Hautdunstes. Andere leiten beide Materien aus einer Quelle, aus den Schweissdrüsen, ab und sehen die Perspirationsmaterie für verflüchtigten Schweiss an, während früher, ehe man die Schweissdrüsen kannte, Schweiss und Hautdunst für identisch gehalten und der Schweiss für verdichtete Perspirationsmaterie erklärt wurde. *Krause* hat aber gezeigt, dass die Haut mehr als 4mal (nach *Valentin* sogar 8- bis 9mal) so viel transpirirt, als durch die Verdunstung einer Wasserfläche, welche der Oberfläche sämmtlicher, die Schweissporen erfüllender Wassertröpfchen gleich käme, bei der Temperatur des menschlichen Körpers geliefert werden könnte. Es ist zwar die Oberhaut für tropfbare Flüssigkeiten absolut impermeabel, allein Wasser und andere flüchtige Substanzen können in Gasgestalt die Oberhaut durchdringen.

Hauttalg, Hautschmiere, Hautsalbe, *smegma s. sebum cutaneum*, das fettig-olige Product der Talgdrüsen, welches keine andere Bestimmung zu haben scheint, als der Hornschicht der Epidermis und den Haaren ihre hygroskopische Beschaffenheit zu geben, macht, dass die Oberhaut glänzt und das Wasser nicht gleichförmig auf ihr sich verbreitet; sie hat an verschiedenen Stellen und Individuen verschiedene Eigenschaften. Meistens ist die frisch abgesonderte Hautschmiere von ölartiger Consistenz und ziemlich klar, erhärtet aber sehr bald und zwar oft schon innerhalb der Drüse zur Consistenz des Schmalzes, der Butter, des Käses. Im erhärteten Zustande, in welchem sie körnige Massen bildet und immer mit vielen Epitheliumzellen gemengt ist (bisweilen auch zum Neste einer Milbe, des *acarus folliculorum*, wird), bietet sie eine weisse oder gelbliche Farbe dar. Es ist übrigens die Hautschmiere, deren Zusammensetzung noch ziemlich unbekannt ist, unauflöslich in Wasser, mit dem sie gerieben eine Emulsion gibt, enthält etwas Fett, besteht aber grösstentheils aus einer thierischen, vom Fette verschiedenen Materie. Denn in der Hitze schmilzt sie nicht wie Fett, sondern verhält sich dabei mehr wie Eiweissstoff, indem sie sich aufbläht, mit Horngeruch verbrennt und viel Kohle zurücklässt. Das in einer Talgdrüse angesammelte *sebum*, welches *Esenbeck* untersuchte, gerann beim Kochen nicht und wurde durch Säuren, Sublimat und Gerbstoff gefällt; es gab Stearin 0,242, Osmazom mit einer Spur von Elain 0,126, Speichelstoff 0,116, Eiweissstoff, wie es schien mit Käsestoff, 0,242, phosphorsauren 0,200 und kohlensauren Kalk 0,021, kohlensauren Talk 0,016, Verlust und eine Spur von essigsaurem und salzsaurem Natron 0,037; es enthielt also sehr wenig flüchtige und verhältnissmässig sehr viel organische fixe Stoffe. An manchen Stellen des Körpers hat die Hautschmiere einen eigenthümlichen Geruch (vielleicht von Buttersäure), wie an den Geschlechtstheilen und in der Achselhöhle. Besonders reichlich findet sie sich an den behaarten Theilen (wie schon aus der Beschreibung der Talgdrüsen hervorgehen muss), an der Eichel des männlichen Gliedes, an den Augenlidern (Augenbutter) und im äussern Gehörgange (Ohrenschmalz). In der *vernix caseosa* fanden *Frommherz* und *Gugert* ein eigenes, dem Gallenfette ähnliches Fett und Speichelstoff, oder nach *Berzelius* Eiweissstoff; *Peschier* fand darin ein buttersäureartiges Fett, mit Schwefel und eine durch Gallapfel, durch salzsaures und salpetersaures Silber fällbare Substanz, die er für eine Modification von Gallerte ansah.

Die **Talgdrüsen** sind (nach *Krause*) traubenförmig aggregirte Drüsen, und bestehen aus länglichrunden, meistens flaschen- oder birnförmigen Acini (beerenähnlichen Secretionsbläschen). Die grössern dieser Drüsen enthalten 4 bis 20 solcher Acini, die um einen kurzen ($^1/_3$—$^1/_4$''' langen und $^1/_{16}$''' weiten), zuweilen ästigen Ausführungsgang gelagert sind; die kleinern bestehen aus nur 2 oder 3 Acini. Sie liegen immer im fettlosen Hautgewebe selbst, ragen niemals bis in das Unterhautfettgewebe und erstrecken sich selten tiefer als $^1/_2$''' unter die Oberfläche der dickeren Stellen des Coriums. Die bei weitem grösste Anzahl liegt an den Haarbälgen und mündet in die Hälse dieser. Die Talgdrüsen umgeben den Haarbalg von allen Seiten, nicht blos paarweise an 2 Seiten, wie behauptet wird. Ihre dünnhäutige Wand ist inwendig von einem kleinzelligen Epithelium, einer Fortsetzung der Wurzelscheide des Haarbalges bekleidet, dessen abgestossene Zellen auch in der Hautschmiere zu finden sind. — Nach *Henle* bestehen die kleinsten Haarbalgdrüsen aus kleinen Fettzellen, welche in rundlichen oder gelappten Haufen zusammen liegen. Nur selten sind die Zellen ganz mit Fett gefüllt, in der Regel enthalten sie das Fett in einzelnen Töpfchen. In Form und Grösse entsprechen die Zellen denjenigen, welche in grösseren Talgdrüsen den Inhalt der Drüsenbläschen ausmachen. Sie sind aber nicht von einer gemeinsamen Hülle eingeschlossen und auch der Ausführungsgang scheint nur durch eine Längsreihe von Fettzellen, die aber meistens gleichförmig von Fett erfüllt sind, gebildet zu sein.

Die **Hautausdünstung,** *perspiratio cutanea*, welche hinsichtlich ihrer Quantität und Qualität nach Raçe, Alter, Geschlecht, Temperament und individueller Körperconstitution verschieden, und selbst bei ein und demselben Individuum nicht zu allen Zeiten und an allen Stellen seines Körpers immer dieselbe ist, erscheint in 2 Formen: als dunstförmige, unsichtbare Ausdünstung, *perspiratio insensibilis*, deren Product der Hautdunst, *perspirabile cutaneum*, ist, und als tropfbarflüssige, sichtbare, als Schweiss, *sudor*. — Der **Hautdunst,** jedenfalls die wichtigere Absonderung (da sie in den Plan der natürlichen Ausgaben unseres Organismus aufgenommen ist, was mit dem Schweisse nicht der Fall), steigt ununterbrochen zu jeder Zeit von der Oberfläche der Haut auf, wird vorzugsweise von den Gefässen der Hautoberfläche abgeschieden, und

besteht zum allergrössten Theile aus Wasser, dem noch verflüchtigte Theile des Secretes der Schweissdrüsen beigemischt sind, sowie riechende Effluvien unbekannter Art; ausserdem fand man noch Ammoniak, Essigsäure, Buttersäure und Kohlensäure, ferner auch Stickstoffgas. Die Menge dieser Gasarten variirt überhaupt und in ihrem Verhältnisse zu einander; nach vegetabilischer Nahrung soll mehr Kohlensäure, nach Fleischnahrung mehr Stickstoffgas entweichen. Unter dem täuschenden Scheine einer tropfbar flüssigen Absonderung könnte der Hautdunst vielleicht erscheinen, wenn er, in den kälteren Luftschichten unweit der Hautoberfläche verdichtet, auf diese zurückfiele. Allein dies dürfte nur bei sehr gesteigerter Perspiration der Fall sein können, da bei normaler Ausdünstung keine merkliche und jedenfalls nur eine momentane Befeuchtung der Haut zu Stande kommt. — Der **Schweiss**, das Product der Schweissdrüsen, erscheint nur zu einzelnen Zeiten, in kleineren oder grösseren, durch Zusammenfliessen der ersteren gebildeten Tröpfchen, über die ganze Oberfläche der Epidermis ausgebreitet oder nur partiell an einzelnen Körperstellen. Durch das Erscheinen des Schweisses wird im Allgemeinen eine stärkere Hautausdünstung angedeutet. Die Bestandtheile des Schweisses, der natürlich vorzugsweise aus Wasser besteht, sind nach *Berzelius* fast dieselben, welche die saure aus Fleisch erhaltene Flüssigkeit zeigt, jedoch ohne Albumin und mit einer grössern Menge Chlornatrium und Chlorammonium. *Simon* fand im Schweisse Spuren von Fett, zuweilen mit Buttersäure, Alkohol- und Wasserextracten, freie Milch- oder Essigsäure, Chlornatrium, Chlorammonium, milchsaures und essigsaures Kali und Natron, milchsaures Ammoniak, schwefelsaure Alkalien, phosphorsauren Kalk und geringe Mengen Eisenoxyd. *Anselmino* erhielt Alkohol- und Wasserextracte, Essigsäure und essigsaure Salze, Kochsalz, kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien, phosphorsauren und wenig kohlensauren Kalk. Der frische Schweiss reagirt schwach sauer, jedoch schon nach 24 Stunden durch Ammoniakentwickelung neutral. Die riechenden Effluvien, welche dem Schweisse zukommen, rühren, wie beim Hautdunste, zum Theil wohl vom Ammoniak und der Buttersäure, zum Theil von genossenen riechenden Nahrungsstoffen (Zwiebeln, Knoblauch, Spargel, Rettig, Senf, Gewürze u. s. w.), zum Theil von eigenthümlichen, noch unbekannten Riechstoffen her.

Die Hautausdünstung folgt theils den allgemeinen physikalischen Gesetzen der Verdunstung, theils ist sie von lebendigen Thätigkeiten im Innern des Körpers abhängig. Sie geht reichlicher vor sich bei warmer Haut (s. S. 228), bei Trockenheit, Wärme und Bewegung der Atmosphäre (s. S. 251), sowie bei tiefem Barometerstande, während sie durch Kälte der Haut, bei feuchter, kalter und ruhender Luft, sowie bei hohem Barometerstande verringert wird. Alles, was den Zufluss des Blutes zur Haut vermehrt (Turgor derselben erzeugt) und den Durchfluss desselben beschleunigt, bedingt Steigerung der Hautausdünstung. Hierher gehören ebensowohl Reize, welche die Haut selbst treffen, als auch solche, welche die Circulation direct oder reflectorisch beschleunigen. Ferner wird die Ausdünstung vermehrt, wenn das Blut reich an Wasser ist (d. h. innerhalb der physiologischen Gränze). — Bei der Mannichfaltigkeit der auf die Vermehrung oder Verminderung der Hautausdünstung einwirkenden Verhältnisse ist es natürlich, dass die absolute Quantität dieser Ausscheidung häufigen und bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, zumal da sich die Absonderung der Haut, der Nieren und Lungen, wenigstens hinsichtlich der Wassermenge gegenseitig vertreten und ergänzen können. Unter normalen Verhältnissen lässt sich die Menge des durch die Haut verdunstenden Wassers auf 31 Unzen in 24 Stunden anschlagen; sie beträgt ungefähr eben so viel, als die Nieren in gleicher Zeit liefern und etwa das Doppelte der von den Lungen in 24 Stunden ausgehauchten Wassermenge. Die Kohlensäure, welche die Haut ausdunstet und nur etwa $^1/_{56}$ bis $^1/_{14}$ ausmacht, wird zu $^1/_{25}$ bis $^1/_{50}$ der von den Lungen abgesonderten Kohlensäure geschätzt. — Der Nutzen, welchen die Hautausdünstung dem Körper bringt, ist zunächst der, dass die Wasserverdunstung auf der Haut die im Uebermaasse und über das Bedürfniss erzeugte Wärme des Körpers bindet und dessen Temperatur regulirt. Denn nach physikalischen Gesetzen hat die Verdunstung nothwendig die Abkühlung der feuchten oder flüssigen Masse, aus welcher die Verdunstung stattfindet, zur Folge, und nach feststehenden Erfahrungen über das Maass der von einer gewissen verdampften Wassermenge absorbirten Wärme muss angenommen werden, dass die Temperatur der Oberfläche der Haut eines Erwachsenen durch eine Verdunstung von im Mittel 10,465 Gran in der Minute, bis zu einer Tiefe von $^1/_{10}'''$, um wenigstens 1° C. binnen der genannten Zeit sich erniedrigt. Von viel grösserer Wichtigkeit für den menschlichen Organismus, als die verhältnissmässig geringe Abkühlung der Körperoberfläche und des in ihr rinnenden Blutes, ist die durch die Hautausdünstung beschaffte Ausscheidung der oben genannten

Stoffe aus dem Blute, wodurch dieses gereinigt und so zu seiner Function (Ernährung) tauglicher gemacht wird.

Die **Haut als Aufsaugungsorgan.** Im Gewebe der Lederhaut muss, der zahlreichen Blut- und Lymphgefässe wegen, eine sehr lebhafte Resorption stattfinden. Dagegen wird eine solche an der Oberfläche der Haut durch die Hornschicht der Epidermis nur sehr schwer, ja nach Manchen gar nicht zu Stande kommen können. *Krause* hat jedoch nachgewiesen, dass die Epidermis durchdringlich für Wasserdunst und andere leicht diffusible Flüssigkeiten (Aether, Alkohol, flüchtige Säuren) ist, so dass also wohl anzunehmen sein dürfte, dass Wasserdunst, von höherer Tension als die des Hautdunstes, nicht allein die Bildung des letztern verhindere und die Ausscheidung der ihn zusammensetzenden Stoffe hemme, sondern auch durch die Hornschicht hindurch mit der tiefen Epidermisschicht und dem oberflächlichen Gefässnetze der Cutis in Berührung trete; und dass nicht minder Kohlensäure und andere Gasarten, Alkohol, Aether, Ammoniak, Essigsäure, Blausäure, Chloroform, ätherische Oele, sowie andere flüchtige und riechende Stoffe die Epidermis durchdringend dem Blute und der Lymphe sich beimischen, ohne dabei den Zusammenhang der Hornschicht aufzuheben. Allerdings setzt die Hornschicht diesen Substanzen einen weit stärkern Widerstand entgegen und gestattet eine viel langsamere und mildere Einwirkung auf die Cutis, sowie eine weniger copiöse Aufsaugung, als das Epithelium der Schleim- und serösen Häute, und die von der Hornschicht entblösste Ober- und Lederhaut. Wasser dringt im tropfbaren Zustande nicht durch die Hornschicht; diese schluckt nur, nach längerer Berührung mit demselben, eine geringe Menge des Wassers an und hält es in ihrem Gewebe fest, aus welchem es nach aussen verdunsten kann. Bei diesem Verhältnisse ist es (nach *Krause*) denkbar, dass das die Epidermis bedeckende Wasser der Hornschicht mehr Feuchtigkeit mittheile, als diese im normalen Zustande enthält, und dass, wenn bei dem aus irgend einer Ursache geminderten Blutandrange nach der Oberfläche der Cutis, bei gehinderter Ausdünstung eine stärkere Resorption der Feuchtigkeit der tiefen Epidermisschicht stattfindet, auch die von der Hornschicht eingeschluckte Feuchtigkeit in die tiefe Schicht und sodann in die Circulationswege aufgenommen werde. Salze durchdringen die Epidermis nur, wenn sie in Alkohol oder Aether aufgelöst sind, nicht aber in wässeriger Solution. In letzterer Form liesse sich die Resorption vielleicht nur durch die Vermittelung des Drüsenschweisses so denken, dass die Salzlösung und der in den Mündungen der Schweissdrüsen stehende Schweiss mit einander in Berührung treten und in ihrem Bestreben zu gleichförmiger Mischung ein Theil der Salzlösung in die Hälse der Schweissdrüsen bis unter die Epidermis, möglicher Weise noch tiefer eindringen würde, woselbst das Epithelium der Schweissdrüsen einer weitern Verbreitung der Mischung von Schweiss und Salzsolution bis zu den Wänden der Gefässe kein Hinderniss mehr entgegensetzen kann. Ueberhaupt dürften manche (wenn nicht alle?) Stoffe nur dadurch in die Blut- und Lymphgefässe der Haut gelangen, dass sie in die Schweiss- und Talgdrüsen (durch Druck, Einreiben, Umschläge, Waschungen) eingeführt werden.

Die **Haut als Tastorgan**. Durch Tasten lernt man die Temperatur, Cohäsion, Grösse, Form, Schwere der Körper und die Entfernung derselben kennen; zur Schätzung aller dieser Eigenschaften sind aber Urtheil und Combination (Gewöhnung, Erziehung) nöthig. Die Fähigkeit zu tasten kommt hauptsächlich der Haut, natürlich mittels ihrer Nerven, zu und diese Fähigkeit ist nicht an allen Stellen dieselbe. Ausser der Haut besitzen noch das Tastvermögen: die Zunge, die Schleimhaut der Mundhöhle, des Gaumens und des Rachens, sowie der Nase, aber letztere nur an ihrem vordern Eingange und am Boden; ferner auch die Zahnkeime, das Zahnfleisch. — Nach *E. H. Weber* verschafft uns der Tastsinn zwei Arten von Empfindungen, die ihm eigenthümlich sind, Druckempfindungen und Temperaturempfindungen, und zugleich sind das Tastorgan und seine Nerven so eingerichtet, dass die-

selben Empfindungen sich von einander unterscheiden lassen, wenn sie an zwei verschiedenen Orten der Haut entstehen. Wir können daher den Ortsinn, den Drucksinn und den Temperatursinn als drei Vermögen des Tastsinnes unterscheiden, wenn man nämlich den Drucksinn und Temperatursinn nicht für zwei verschiedene Sinne ansehen will. Allein dem steht die Beobachtung *Weber's* entgegen, dass kalte auf der Haut ruhende Körper schwerer, warme leichter zu sein scheinen, als sie sollten; dass sich demnach die Empfindung der Kälte mit der des Druckes zu summiren scheint, die Empfindung der Wärme dagegen nicht. Sowohl die Zusammendrückung als die Ausdehnung der empfindlichen Organe oder die Spannung erregen Empfindungen, die man unter dem Namen Druckempfindungen zusammenfassen kann. Die Temperaturempfindungen aber sind entweder positive (d. h. Wärmeempfindungen) oder negative Wärmeempfindungen (Kälteempfindungen). Nur die mit Tastorganen versehenen Theile verschaffen uns Druck- und Temperaturempfindungen. Die innern Theile, welche keine Tastorgane besitzen, können gedrückt, erwärmt oder erkältet werden, aber niemals entsteht dadurch die Empfindung des Druckes, der Wärme und der Kälte. Alle Empfindungen, die auf diese Weise hier zu Stande kommen, gehören ebenso, wie alle andern Empfindungen der Tastorgane, dem Gemeingefühl an. — Die Tastorgane der Haut sind die Hautwärzchen, Haarbälge und vielleicht die Pacinischen Körperchen (von denen gegen 600 an der Hand sich befinden); das Centralorgan für den Tastsinn scheint die Gegend des Gehirns zu sein, welche jenseits des Sehhügels und gestreiften Körpers nach den Windungen des grossen Gehirns zu liegt. Die Art der Endigungen der Tastnerven in der Haut (Theilung in Aeste oder Endumbiegungsschlingen?) ist noch nicht gehörig bekannt; sie überschreiten die Mittellinie nirgends. Nach *Weber* ist es sehr wahrscheinlich, dass ein jeder elementare Nervenfaden eine grössere Abtheilung der Haut empfindlich mache und dass, wenn zwei sonst gleiche Eindrücke derselben elementaren Fäden an verschiedenen Orten treffen, nicht zwei Empfindungen entstehen, sondern nur eine. Man kann demnach die Haut in kleine Empfindungskreise theilen, d. h. in Abtheilungen, von welchen jede ihre Empfindlichkeit einem elementaren Nervenfaden verdankt; zwei Eindrücke derselben Art, welche auf verschiedene Stellen eines solchen Empfindungskreises gemacht werden, empfindet man so, als würden sie nur auf ein und dieselbe Stelle der Haut gemacht; in den mit einem feinern Tastsinne versehenen Theilen der Haut sind die Empfindungskreise kleiner, in den mit einem unvollkommenen Tastvermögen versehenen Theilen grösser. Natürlich müssen gleich grosse Abtheilungen der Haut an Stellen, die einen sehr feinen Tastsinn haben, weit mehr elementare Nervenfäden besitzen, als an Stellen, wo der Tastsinn stumpf ist. — Damit zwei gleichzeitige auf die Haut gemachte Eindrücke örtlich als zwei in einem gewissen Abstand von einander liegende Eindrücke unterschieden werden können, scheint erforderlich zu sein, dass die Eindrücke nicht nur auf zwei verschiedene Empfindungskreise gemacht werden, sondern auch, dass zwischen diesen noch ein Empfindungskreis oder mehrere solche Kreise liegen, auf welche kein Eindruck gemacht wird. Die Gestalt, welche jene Empfindungskreise haben, ist bis jetzt noch nicht näher bestimmt; an den Armen und Beinen scheinen sie eine längliche Gestalt zu haben und mit ihrem Längendurchmesser nach der Längsrichtung der Glieder zu liegen.

Die Vertheilung des Tastsinnes am Körper (s. S. 562) ist nach *Weber* folgende. Am Kopfe ist die Zungenspitze mit dem feinsten Tastsinne versehen; auf sie folgt der Theil der Lippen, der die Gränze zwischen der rothen und nicht rothen Oberfläche derselben bildet; hier ist der Tastsinn fast feiner als an den Fingerspitzen. Hierauf kommen: die Nasenspitze, die Augenlider, der Oberaugenhöhlenrand, die Glabella. Am unempfindlichsten im Gesichte ist der Theil der Haut, der dicht vor dem Ohre und auf dem Aste des Unterkiefers liegt. Viele Theile der Haut am Kopfe besitzen daher einen sehr feinen Tastsinn, und kein Theil ist daselbst mit einem so stumpfen Tastsinne versehen, als irgend ein Theil der Haut am Rumpfe, und viele Theile der Haut an den Armen und Beinen. Der behaarte Theil des Kopfes hat einen stumpfern Tastsinn als der nicht behaarte. Die nervenreichen Haarbälge der Kopfhaare scheinen weniger durch den Druck als durch den Zug afficirt zu werden. Das äussere Ohr gehört, was den Ortsinn betrifft,

zu den unempfindlicheren Theilen am Kopfe. — An den Armen und Beinen ist der schärfste Taststinn auf der Volar- und Plantarfläche, vorzugsweise der Fingerspitzen; am unempfindlichsten ist die Haut in der Mitte des Oberarms und des Oberschenkels, etwas weniger unempfindlich am Vorderarme und Unterschenkel. — Am Rumpfe ist der Ortsinn am wenigsten ausgebildet; am feinsten ist er noch am obersten Theile des Halses und am After, gegen die Mitte des Rückens nimmt er immer mehr ab.

Unterstützt werden die Tastorgane in Schätzung der Grösse des auf unsern Körper wirkenden Druckes und Zuges durch die Muskeln, deren Nerven und Centralorgane. Aus dem Gefühle der Anstrengung der Muskeln, wenn wir ein Gewicht heben, und aus dem Gefühle der Anspannung derselben, wenn ein Gewicht an unsern erschlafften Gliedern zieht und dadurch die Muskeln dehnt, schliessen wir auf die Grösse eines auf uns wirkenden Gewichtes oder auf die Grösse des Widerstandes, den wir bei Bewegung unserer Glieder überwinden müssen. Durch die Muskeln lässt sich das Gewicht besser noch schätzen, als durch den Tastsinn. — Ob die nämlichen Einrichtungen, welche die Empfindungen des Druckes möglich machen, auch die Empfindungen von Wärme und Kälte vermitteln, oder ob für diese letzteren besondere Einrichtungen existiren, ist noch ungewiss. Vielleicht beruhen diese Einrichtungen darauf, dass das Volumen der Körper sich vergrössert, wenn ihre Temperatur steigt, und sich verkleinert, wenn sie sinkt; dass auf diese Weise durch Temperaturwechsel zwischen den Hautwärzchen und ihren Scheiden (von denen sich die ersteren doch weit leichter ausdehnen und zusammenziehen können als die Epidermisscheiden) Druck und Zug entstehen muss. Das Vermögen, Wärme und Kälte zu empfinden, ist, wie der Ortsinn, nicht in allen Theilen der Haut in gleicher Vollkommenheit vorhanden, aber die Verschiedenheit, welche in dieser Hinsicht stattfindet, ist viel geringer, als die der Feinheit des Ortsinnes. Uebrigens scheinen sich die durch viele empfindliche Punkte aufgenommenen Wärmeeindrücke im Gehirne zu summiren und einen Gesammteindruck hervorzubringen. Deshalb fühlt man dasselbe warme Wasser wärmer, wenn man eine grosse Hautstelle hineintaucht, als wenn man dasselbe mit einem kleinen Theile der Haut untersucht. Je näher die Hautstellen liegen, auf welche gleichzeitig Wärmeeindrücke gemacht werden, desto leichter fliessen die Empfindungen in eine zusammen, je entfernter sie aber von einander sind, desto weniger ist dies der Fall.

Anhänge der Epidermis. Nägel und Haare sind als Epidermidalgebilde anzusehen; die Nägel (s. Bd. I. S. 574) sind nichts Anderes, als verdickte Stellen der Hornschicht der Epidermis, das Haar (s. Bd. I. S. 576) ist aber ein von der Oberfläche des Corium sich erhebender Hornfaden, dessen cylindrische Gestalt von der Form seiner Matrix (dem Haarkeime, einem warzenähnlichen Hügel der Lederhaut) und der röhrenartigen Einsenkung des Corium (dem Haarbalge) in ähnlicher Weise bedingt ist, wie die Plattenform des Nagels von einer furchenähnlichen Einsenkung und Flächenausbreitung der Lederhaut abhängig ist. Der Haarbalg ist die oberflächlichste Lage des Corium, welche sich bei den längern Haaren bis in das Unterhautzellgewebe einsenkt; der von seinem geschlossenen Boden sich erhebende kegelförmige Haarkeim (Pulpa) ähnelt sehr einer Hautpapille, seine Oberfläche ist von einer ziemlich mächtigen Lage von Kernzellen bedeckt, welche denen der tiefen Epidermislage gleichen. Der grössere peripherische Theil dieser Zellen verlängert sich theils zu platt spindelförmigen Haarfasern, welche zuerst an ihren Enden und später ihrer ganzen Länge nach in feinere Fibrillen zerfallen; theils wandeln sie sich zu den sehr platten und dünnen Zellen um, welche schuppenartig die Peripherie der Haarwurzel und des Haarschaftes umgeben und mit ihren einander deckenden Rändern die feineren Querstreifen desselben bilden. Die an dem Gipfel des Haarkeims gebildeten Zellen behalten ihre rundliche oder polyedrische Gestalt und ihre Kerne, und bilden, im Allgemeinen der Länge nach an einander gereiht, den innern Theil des Haares, das niemals bis in die Spitze sich erstreckende sogenannte Haarmark, welches mit der untersten Schicht der

Epidermis verglichen werden kann, während die sogenannte Rindensubstanz der Hornschicht analog ist. Die sogenannten **Haarwurzelscheiden** sind der Epidermisüberzug des Haarbalges; die äussere Scheide ist die unmittelbare Fortsetzung der tiefen und mittlern Schicht der Oberhaut, die innere ist Fortsetzung der Hornschicht. *(Krause.)*

Eigenschaften der Haare. Die Haare sind sehr schlechte Wärmeleiter, widerstehen der Fäulniss lange und werden, wenn sie trocken und warm sind, sowohl im lebenden, wie im todten Zustande, durch Reiben elektrisch. Sie ziehen Wasser aus der Luft und wahrscheinlich auch aus dem Körper an und werden dabei länger, beim Trocknen verkürzen sie sich wieder bis zu ihrer vorigen Länge. Von dem hygroskopischen Zustande des Haares hängt die Weichheit und der Glanz desselben ab, und da jener wieder durch die Turgescenz der Haut bedingt ist, so lässt sich schon vom Ansehen der Haare ein Schluss auf den Grad der Thätigkeit der Haut machen. Sie sind weich und glänzend bei turgescirender, duftender Haut, trocken, spröde und struppig bei collabirter Haut. — Die Haare sind sehr fest und ausserordentlich ausdehnbar und elastisch; ein 10'' langes Kopfhaar lässt sich nach *Weber* bis mehr als um $^1/_3$ seiner Länge ausdehnen und nach *Richter* trug ein 6'' langes blondes Haar beinahe 12 Loth, ein schwarzes noch mehr.

Chemische Eigenschaften. Die Haare bestehen hauptsächlich aus **Hornstoff** und einem gefärbten **Fette**, von denen vielleicht der erstere der Rinde, das letztere dem Marke angehört; im Papinischen Topfe gekocht werden sie zu einer dem Schleime, aber nicht dem Leime ähnlichen Flüssigkeit aufgelöst, welche Schwefelwasserstoff enthält und durch Galläpfeltinctur und salpetersaures Zinn niedergeschlagen wird. Weingeist zieht ausser dem Fette noch Osmazom, milchsaures Ammonium, salzsaures Kali, Natron und Ammonium aus, welche Stoffe nach *Berzelius* von der dem Haare anklebenden Ausdünstungsmaterie und dem *sebum* herrühren. Der Hornstoff des Haares wird weder von Wasser, noch Alkohol, noch Aether aufgelöst, ebenso wenig durch kaustisches Ammonium und Essigsäure, wodurch er sich von geronnenem Faser- oder Eiweissstoffe unterscheidet; kaustische fixe Alkalien lösen dagegen das Haar leicht auf und bilden eine seifenartige Verbindung, mit Schwefelwasserstoff- und Ammonium-Entwickelung. Metalloxyde verbinden sich mit den Haaren und färben sie, wobei sich der Schwefel des Haares mit dem Metalle verbindet; Chlor entfärbt sie, Salzsäure und Schwefelsäure färben sie rosenroth, Salpetersäure gelb; alle diese Säuren lösen das Haar auf. Beim Erhitzen schmilzt das Haar und brennt mit einer Flamme und Horngeruch; bei der trocknen Destillation gibt es mehr Schwefel als andere thierische Substanzen, brandiges Oel, Ammonium, Wasser und eine harte glänzende Kohle, welche eine braungelbe Asche, aus schwefel-, phosphor- und kohlensaurem Kalke, salzsaurem Natron und Eisen mit einer Spur von Mangan und Kiesel bestehend, hinterlässt. Die schwarzen Haare enthalten am meisten, die hellen am wenigsten Eisen, letztere dagegen phosphorsaure Talkerde.

Die **Farbe** des Haares, welche in den meisten Fällen mit der Farbe der Haut und der Augen übereinstimmt, scheint dasselbe einem gefärbten, mit Eisen und Schwefel verbundenen Oele oder Fette zu verdanken, welches ihm auch seine Biegsamkeit und Brennbarkeit gibt. *Vauquelin* fand dieses Oel in schwarzen Haaren graugrün oder graulichschwarz und mit einer grössern Menge Eisen versehen, als in blonden oder rothen Haaren, in denen es von rothgelber Farbe war. Die Farbe gehört aber nicht dem Stearin zu, welches, mit Weingeist ausgezogen, so gut aus schwarzen, wie aus rothen Haaren sich als weisses, krystallisirendes Fett zeigt, sondern dem Elain. Das Haar von Negern wird wegen dieses Oeles in Weingeist mit der Zeit roth und endlich weiss; Kupferarbeiter bekommen grüne Haare, weil Kupferoxyd in Oel eine grüne Auflösung gibt. Das plötzliche Ergrauen der Haare schreibt *Vauquelin* der Ausdünstung einer sauren oder überhaupt das Pigment des Oeles angreifenden Flüssigkeit zu, während im Alter die Haare aus Mangel an Oel grau werden.

Die **Stärke** und **Form** der Haare wechselt bei verschiedenen Subjecten und an verschiedenen Körperstellen. **Cylindrisch** sind im Allgemeinen die Kopfhaare und die feineren Wollhaare; **oval** oder nierenförmig, auf dem Querdurchschnitte, zeigen sich dagegen die längern und dunklern Körperhaare, die Haare an den Augenbrauen und der Nase. Von der Form der Haare hängt ihre Krümmung ab, je platter sie sind, um so krauser erscheinen sie; die platten Seiten liegen dann der Achse der Krümmung gerade zu- oder abgewandt.

C. Drüsensystem, *systema glandularum.*

Mit dem Namen der **Drüsen im Allgemeinen** (s. B. I. S. 580) bezeichnet man Apparate, in welchen die Blutgefässe mit heterogenen, durch bestimmte Wandungen begränzten Räumen in Berührung kommen, um auf dem Wege der Exosmose oder dieser und der Enosmose Absonderungsproducte herzustellen oder eine Wechselwirkung zwischen den in jenen Räumen enthaltenen flüssigen Substanzen und dem Blute zu unterhalten. Man unterscheidet **Gefässdrüsen** (Blut- oder Lymph-

gefässdrüsen) und Ausscheidungsdrüsen; erstere bestehen fast blos aus begränzten Verwickelungen von feinen Gefässchen, letztere besitzen dagegen ein nach aussen offen stehendes System enger Röhren, durch welches das Product der Drüse ausgeführt wird.

Ausscheidungsdrüsen (s. Bd. I. S. 581).

In diesen von Kanälchen durchzogenen Drüsen geht die Absonderung einer Materie vor sich, welche aus der Drüse heraus auf eine freie Fläche geführt wird. *Henle* hält für das morphologische Element des Gewebes dieser Drüsen kleine geschlossene Bläschen, Drüsenbläschen (s. Bd. I. S. 581). Die Wand *(tunica propria)* der kleinsten Bläschen ist völlig hell und structurlos, grössere sind mit mehrern Schichten von dunkeln, langgezogenen, gebogenen und geschlängelten Zellenkernen besetzt, die mit ihrer Längenachse in Linien liegen, die dem Umfange der Bläschen concentrisch sind. An noch grössern Bläschen ist auch die Substanz zwischen den Kernen deutlich faserig und der Umfang concentrisch gestreift. — Ueber die Genesis der *tunica propria* vermuthet *Henle*, dass sie eine Zellenmembran und ihr Kern sehr früh resorbirt sei, oder dass sie ursprünglich als Begränzung einer in dem Cytoblastem entstandenen Lücke, eines Intercellularraumes auftritt, oder dass sie aus abgeplatteten und verschmolzenen Zellen zusammengesetzt wird. — Der Inhalt der Drüsenbläschen ist flüssig klar, mit einzelnen Fetttropfen gemischt und enthält in der Regel Elementarkörnchen, Cytoblasten und den Eiterkörperchen ähnliche und auf verschiedenen Entwickelungsstufen stehende Zellen (von 0,005''' Dm.), deren Kern aus 1—3 Elementarkörnchen (von 0,001—0,002''' Dm.) gebildet ist und leicht wieder in dieselben zerlegt werden kann. Diese Zellen liegen anfangs ordnungslos und zerstreut im Bläschen, ordnen sich aber gelegentlich zu einer zusammenhängenden, membranösen Schicht und bilden Epithelium, welches nach Berstung des Bläschens in das Epithelium der Schleimhaut übergeht, während sich die *tunica propria* in das Gewebe der Schleimhaut fortsetzt. — Während der Zeit, wo die Drüsenbläschen offen stehen, scheint dem Risse derselben eine Depression oder präformirte röhrenförmige Einstülpung der Schleimhaut (wie die *tuba* dem geplatzten Graafschen Bläschen) entgegen zu kommen.

Nach Ausschliessung der Haarbalgdrüsen und der Leber lässt *Henle* also alle übrigen Drüsen aus solchen Bläschen, bestehend aus einer structurlosen oder von Bindegewebe gebildeten *tunica propria* und gefüllt mit Zellen, die gelegentlich zu Epithelium werden, zusammengesetzt sein und ordnet sie in 3 Gruppen: blinddarmförmige, traubige und netzförmige. Diese 3 Drüsengruppen sind nun aber nicht streng von einander abgegränzt, sondern es entstehen Uebergänge sowohl dadurch, dass in verschiedenen Theilen einer und derselben Drüse verschiedene Formen neben einander vorkommen, als auch durch Formen, welche zwischen den aufgestellten Typen in der Mitte stehen.

1) Blinddarmförmige Drüsen sind zusammengesetzt aus der Länge nach an einander gereihten und in einander geöffneten Drüsenbläschen, wovon das erste den blinden Grund des Röhrchens bildet, das letzte, der Oberfläche der Haut oder Schleimhaut zunächst gelegene, auf diese oder in den vorgebildeten Ausführungsgang sich öffnet. — *a)* Die einfachsten und kürzesten dieser Drüsen, die vielleicht nur aus einem einzigen verlängerten Bläschen bestehen, kommen überall in Lücken der Schleimhaut des Darmkanals, mehr oder minder dicht gedrängt vor, sind gerade und glatt, in der ganzen Länge gleich weit und haben eine vollkommen structurlose, wasserhelle *tunica propria*. Im Dünndarm *(glandulae Lieberkühnianae)* sind sie am kürzesten; im Dickdarme werden sie um so länger, je mehr sie sich dem After nähern; auch haben sie hier ein angeschwollenes blindes Ende, welches aus 2 seitlich verwachsenen Drüsenbläschen entstanden scheint (s. bei Darmkanal). Aehliche einfache, dann aber auch noch complicirtere blinddarmförmige Drüsen finden sich in der Magenschleimhaut (Magensaftdrüsen; s. bei Magen). Unter den Hautdrüsen gehören die Meibomschen und die *caruncula lacrymalis* hierher. — *b)* Gewundene blinddarmförmige Drüsen, deren unterer Theil sich zu einem Knäuel zusammenwickelt, sind die Schweissdrüsen der Haut und die Ohrenschmalzdrüsen.

2) Traubenförmige Drüsen entstehen, indem eine grössere Anzahl haufenweise zusammenliegender Drüsenbläschen so mit einander verschmelzen, dass von jedem ursprünglichen Bläschen nur ein kleiner Theil der Wand übrig bleibt. Die hohlen Kugelabschnitte, welche Reste des einzelnen Bläschen sind, begränzen dann eine gemeinsame Höhle und das Lumen eines Drüsenläppchens zeigt eine Menge von kugeligen Ausstülpungen *(recessus)*. Zu diesen Drüsen gehören die kleinen Schleimdrüschen der Lippen, Wangen, des Gaumens, der Zunge und Speiseröhre, des Kehlkopfs, der Luftröhre und Bronchien, die Brunnerschen des Dünndarms, die Schleimdrüsen der Scheide, die Tonsillen, Thränendrüsen, Speicheldrüsen, das Pancreas, die Milchdrüse, Cowperschen Drüsen und Prostata. Hinsichtlich der Anordnung der letzten Elemente sind diese Drüsen alle einander durchaus ähnlich und nur in Bezug auf Masse, Grösse, auf Verzweigung des Ausführungsganges und Anordnung des Bindegewebes, welches die Läppchen verbindet (Stroma), unterscheiden sie sich von einander. Die verschmolzenen Drüsenbläschen bilden cylindrische, konische oder umgekehrt konische, mit seitlichen, mehr oder weniger traubigen Auswüchsen besetzte, hohle Läppchen. Bei zusammengesetzten traubigen Drüsen verzweigt sich der mit musculösen Wänden versehene Hauptausführungsgang nach Art der Gefässe in immer feinere Aeste. Die feinsten Aeste, welche immer noch musculöse Wände haben, enden zuweilen geradezu in ein Drüsenläppchen; zuweilen sitzen aber 2, 3 und mehr Läppchen von verschiedener Grösse entweder auf dem Gipfel der letzten Verzweigung des Ausführungsganges, oder seitlich an demselben an. Die primären Läppchen der zusammengesetzten traubigen Drüsen communiciren nicht direct mit einander und die Zweige des Ausführungsganges haben unter einander keine andere Verbindung, als durch ihren Ursprung aus dem gemeinschaftlichen Stamme.

3) Netzförmige Drüsen, bestehen aus absondernden, geraden oder geschlängelten Röhren, welche sich, gleich den Blutgefässen oder den Markkanälchen der Knochen, durch mehr oder minder häufige Anastomosen zu einem Netze verbinden und selten oder nie blind endigen. Zu diesen Drüsen gehören nur die Nieren und Hoden. Die absondernden Kanäle derselben sind grösstentheils vollkommen glatt und cylindrisch, nur in den Harnkanälchen kommen hier und da äusserst schwache Einschnürungen vor. Ihr Entstehen muss man sich so denken, dass in einer gleichförmigen Grundlage (Stroma) Drüsenbläschen isolirt entstehen und theils der Länge nach zusammenmünden, theils durch querliegende Bläschen sich in Verbindung setzen, bis das Stroma durch die Röhren ganz oder fast ganz verdrängt ist.

Die Structur des Ausführungsganges ist nach *Henle* an den einfach- und traubig-blinddarmförmigen Drüsen von der des Drüsenkanales nicht verschieden; an den gewundenen und complicirten blinddarmförmigen unterscheidet ihn aber, wenn nicht die Structur der Wand, doch das feine Pflasterepithelium an seiner Innenfläche. In allen ächt traubigen Drüsen, von den kleinsten bis zu den zusammengesetztesten, in den netzförmigen Drüsen und in der Leber besteht der Ausführungsgang aus einer verhältnissmässig starken Muskelhaut, die nach innen mit einer einfachen Zellenlage bekleidet, nach aussen durch Bindegewebe *(tunica adventitia)* an die benachbarten Theile geheftet ist. Diese Muskelhaut gleicht derjenigen der Venen darin, dass die weit stärkere Längsfaserschicht nach innen, die Ringfaserschicht, welche an den Ausführungsgängen kleinerer Schleimdrüsen, sowie an den feinern Verzweigungen der grössern ganz zu fehlen scheint, nach aussen liegt. Das Epithelium besteht meist aus cylindrischen Zellen; Pflasterepithelium haben nur die Ausführungsgänge der kleinsten Schleimdrüsen und der Milchdrüsen, ferner das Becken und die Kelche der Nieren, während in den Ureteren und der Blase Uebergangsepithelium vorkommt.

Das **Se- oder Excret der Drüsenkanälchen**, welches entweder beständig oder nur zu gewissen Zeiten nach aussen entleert wird, besteht nach *Henle*, wie der Inhalt der Drüsenbläschen, aus 2 sehr veränderlichen Theilen hinsichtlich der Quantität und Qualität, nämlich aus einem flüssigen Theile (dem Plasma vergleichbar) und aus Körperchen (d. s. Elementarkörperchen, Cytoblasten, und mehr oder weniger ausgebildete Zellen, Schleimkörperchen; von *Purkinje* Enchym genannt), die im Plasma suspendirt sind und relativ um so geringer in ihrer Menge zu sein scheinen, je mehr eine Drüse in einer gegebenen Zeit ausscheidet. In dem einen Secrete machen die letztern einen wesentlichen und nothwendigen Bestandtheil aus (dann ist das Secret dickflüssiger und gefärbter), während sie in einem andern nur zerstreut oder in einzelnen Flöckchen vorkommen; in der Galle und im Harne scheinen sogar keine mikroskopischen Partikelchen enthalten zu sein. Ausser diesen Körperchen, von denen die Schleimkörperchen (auch Speichel- oder Schweisskörperchen genannt) die verbreitetsten sind, und in allen Formen und Entwickelungsstufen vorkommen (s. S. 612), finden sich in den Se- und Excreten aber auch noch losgestossene Epitheliumzellen, die oft zu kleinen Hautstückchen zusammenhängen und natürlich den Zellen der Oberhaut des Secretionsorganes gleichen. In manchen Secreten (z. B. in der Milch und im Ohrenschmalze, vielleicht auch im Hauttalge und in der Augenbutter) treten als constantes und wesentliches Element auch noch Fettbläschen auf (s. bei Milch). — Das Plasma der Excrete ist, gleich dem Plasma des Blutes und der Lymphe, eine wässerige Flüssigkeit, in welcher

Materien von organischer und unorganischer Mischung gelöst oder (wie das Fett) fein zertheilt enthalten sind, die sich theils durch Gerinnung abscheiden, theils nach Verdunsten des Wassers als Rückstand bleiben. Die Menge der festen Bestandtheile im Plasma ist minder unbeständig und geringer, als im Blutplasma; das Wasser im Plasma der Secrete beträgt in 1000 Theilen zwischen 920 und 990. Mit Ausnahme der Riechstoffe gibt es keinen nähern Bestandtheil im Blutplasma, der nicht auch in dem einen oder andern Secrete vorkäme. Dagegen gibt es einige Materien in Secreten, die noch nicht im Blute aufgefunden wurden, wie: Harnsäure, Milchzucker, Milchsäure, Eisen (als Oxyd in der Asche der Milch und Galle gefunden), Salzsäure, Pepsin, Schwefelcyan u. s. w. Allen Secreten gemeinsam sind die Extractivstoffe und Salze; in sehr vielen kommen Proteinverbindungen und Fett vor.

Henle's Theorie der Absonderung. Von den beiden Ansichten, ob sich nämlich die Drüsen ihr Secret aus dem Blute nur abscheiden oder durch Umwandlung der Bestandtheile des Blutes bereiten, huldigt *Henle* der erstern. Er glaubt, dass die Absonderungsstoffe sich selbstständig im Blute erzeugen, von den Drüsen fertig aus dem Blute aufgenommen und, nach der besondern Verwandtschaft der letztern zu den erstern, durch das Drüsengewebe hindurchfiltrirt werden. Der Grund der Verwandtschaft der Drüsen zu bestimmten Bestandtheilen des Blutes beruht ohne Zweifel nur in der *tunica propria* der Drüsenbläschen. Denn es ist keine Frage, dass diese Wand nur von aufgelösten Stoffen des Blutes durchdrungen werden kann. Die Flüssigkeit aber, welche in das Lumen der Drüsenbläschen gelangt, erzeugt alsbald neue Zellen und verhält sich zu diesem als Cytoblastem. Sieht man eine Drüsenwand mit einem Epithelium von Zellen ausgekleidet, so wird es fast wahrscheinlicher, dass diese Zellen es seien, welche die specifischen Stoffe aus dem Blute anziehen und in die Höhle deponiren, um so mehr, da das flüssige Secret sie durchdringen muss, um nur in die Höhle der Drüse zu gelangen. Allein die Natur dieser endogenen Zellen hängt von dem Cytoblasteme, die Beschaffenheit dieses aber von der Drüsenwand ab. Welchen Antheil also auch die endogenen Zellen an dem Secretionsprocesse später gewinnen mögen, so ist er immer nur ein secundärer, während der der Drüsenwand der primäre ist. Ueber die Bedeutung der endogenen Zellen, die nur bei denen des Hodens und Eierstocks unzweifelhaft ist, stellt *Henle* 3 Vermuthungen auf. 1) Die endogenen Zellen sind Oberhaut oder haben die Bestimmung es zu werden; wo sie unordentlich liegen, sind sie noch nicht zur Reife gelangt; wo sie mit dem Secret ausfliessen, sind sie zufällig abgestossen. Allein das Epithelium fehlt den meisten Drüsen, während sie kräftig secerniren und im Gegentheil ist am ausgebildetsten, wenn sie unbeschäftigt sind. 2) Die endogenen Zellen entstehen zufällig und zwecklos im Cytoblastem (wie die Eiterkörperchen in exsudirter plastischer Lymphe), so lange es im lebenden Körper verweilt, weil es einmal die Eigenschaft einer lebenden organischen Flüssigkeit ist, Zellen zu bilden. Allein dies passt nicht auf die Drüsen, deren Lumen nur Zellen und fast keine Flüssigkeit enthält. 3) Die endogenen Zellen tragen auf irgend eine Weise zur Bereitung und Vollendung des Secrets bei, indem sie entweder durch die Drüsenwand eine Anziehung auf das Blut äussern oder das in den Kanälchen enthaltene in sich aufnehmen und irgendwie umwandeln. Wie im Chylus die Blutkörperchen (die man schwimmende Drüsenzellen nennen kann), so entstehen im Plasma der Secrete die Zellen durch Combination von Stoffen, die aufgelöst im Plasma vorhanden waren; sie vergrössern sich, indem sie Stoffe aus dem Plasma anziehen, und geben endlich das, was sie enthielten, wieder an das Plasma zurück, indem sie sich endweder auflösen oder ganz abstossen. Diese letztere Vermuthung hat die grösste Wahrscheinlichkeit für sich. — Die Function der Drüsen ist zunächst abhängig sowohl von der Beschaffenheit, als auch von der Quantität des zugeführten Blutes. So nimmt die Thätigkeit einer Drüse in dem Maasse ab und zu, als die ihr verwandten auszuscheidenden Bestandtheile im Blute sich mehren oder mindern, und steigert sich zu ungewöhnlicher Höhe nach einer längern Unterbrechung, während welcher sich die Excretionsstoffe anhäuften. Eben so wird die Thätigkeit der Drüsen zufällig oder künstlich erhöht, wenn Stoffe ins Blut gelangen, zu welchen sie, wie zu ihren specifischen Absonderungsproducten, eine besondere Verwandtschaft haben. Dass alles, was die Menge des Blutes in einer Drüse vermehren und die Exsudation des Blutplasma daselbst begünstigen kann (z. B. Erweiterung der Gefässe mittels Nervenerregung, Verflüssigung des Blutes, Congestion nach der Drüse), eine Steigerung ihrer Thätigkeit hervorbringt, ist natürlich. Diese vermehrte Absonderung muss aber in dem Maasse, wie sie an Menge zunimmt, ärmer an specifischen Secretionsmaterien und mikroskopischen Elementen werden. Denn jedenfalls entspricht die gewöhnliche Thätigkeit der Drüsen den Bedürfnissen des Blutes (active Secretion) und bei vermehrter Circulation in einer Drüse vermehrt sich deshalb noch nicht die Menge specifischer auszuscheidender Stoffe im Blute. Die Drüse wird hierbei aber gezwungen, viel wässerige und im Plasma aufgelöste Bestandtheile des Blutes mit auszuscheiden (passive Absonderung).

[Weiteres über Absonderung s. S. 507.]

D. Sinnesorgane, *organa sensuum s. sensoria.*

Von den Sinnen im Allgemeinen.

Unter Sinn verstehen wir theils das Vermögen, die äussern Erscheinungen wahrzunehmen und zu erkennen (innerer Sinn), theils gewisse Organe (äussere Sinne), welche uns von den Zuständen unseres Körpers durch die eigenthümliche Empfindung der Sinnesnerven unterrichten, und uns auch von den Eigenschaften und Veränderungen der Natur ausser uns in Kenntniss setzen, insofern diese Zustände unserer Sinnesnerven hervorrufen. Die Sinnesorgane sind also nur als Mittel zu betrachten, wodurch unser innerer Sinn, unsere Seele, in den Stand gesetzt wird, die Aussenwelt zu erkennen; das Erkennen selbst geschieht mittels der Seele und zwar nur so lange, als das Sinnesorgan durch den Sinnesnerven mit dem Gehirne in ununterbrochenem Zusammenhange steht. Durch das Sinnesorgan oder den Sinnesnerven wird aber nicht der Eindruck des Sinnesobjects zum Gehirn geleitet, sondern der Sinnesnerv wird durch den Eindruck des Objectes auf eine, sowohl der Natur dieses Objects, als auch des jedesmaligen Sinnesnerven entsprechende Weise erregt und diese Erregung gelangt im Gehirne zum Bewusstsein. Also sind das, was durch die Sinne zum Bewusstsein kommt, zunächst nur Eigenschaften und Zustände unserer Nerven, aber die Vorstellung und das Urtheil sind bereit, die durch äussere Ursachen hervorgebrachten Vorgänge in unsern Nerven als Eigenschaften und Veränderungen der Körper ausser uns selbst auszulegen. Es gibt nur 5 äussere Sinne (Gesichts-, Gehör-, Geschmacks-, Geruchs- und Tastsinn) und alle andern Sinne, welche darüber angenommen werden (wie: der Sinn des Geschlechtstriebes, für Wärme und Kälte, Hunger und Durst, der Kitzel- und Muskelsinn u. s. w.), sind dem Tastsinne oder dem Gemeingefühle unterzuordnen. Empfindung (d. i. allen Sinnesnerven gleiche Leitung auf das Sensorium) ist allen Sinnen gemein, aber der Modus der Empfindung ist in den einzelnen verschieden, nämlich Lichtempfindung, Tonempfindung, Geschmack, Geruch, Gefühl. — *Müller* schickt der Physiologie der einzelnen Sinne folgende allgemeine Grundsätze voraus.

1) Wir können durch äussere Ursachen keine Arten des Empfindens haben, die wir nicht auch ohne äussere Ursachen durch Empfindung der Zustände unserer Nerven haben. — Das Empfindbare der Gefühlsnerven sind also ihre eigenen Zustände, Qualitäten, durch innere oder äussere Reize zur Erscheinung gebracht.

2) Dieselbe innere so wie äussere Ursache (z. B. Anhäufung des Blutes in den Capillargefässen der Sinnesnerven bei Entzündung oder Congestion, Schlag, Stoss, Druck), ruft in verschiedenen Sinnen verschiedene Empfindung, nach der Natur jedes Sinnes, nämlich das Empfindbare dieses Sinnes hervor.

3) Die eigenthümlichen Empfindungen jedes Sinnesnerven können durch mehrere innere und äussere Einflüsse zugleich hervorgerufen werden.

4) Die Sinnesempfindung ist nicht die Leitung einer Qualität oder eines Zustandes der äussern Körper zum Bewusstsein, sondern die Leitung einer Qualität, eines Zustandes eines Sinnesnerven zum Bewusstsein, veranlasst durch eine äussere Ursache, und diese Qualitäten sind in den verschiedenen Sinnesnerven verschieden, die Sinnesenergieen.

5) Ein Sinnesnerv scheint nur einer bestimmten Art der Empfindung und nicht derjenigen der übrigen Sinnesorgane fähig zu sein, und kann daher auch keine Vertretung eines Sinnesnerven durch einen andern davon verschiedenen stattfinden.

6) Ob die Ursachen der verschiedenen Energieen der Sinnesnesnerven in ihnen selbst liegen, oder in Hirn- und Rückenmarkstheilen, zu welchen sie hingehen, ist unbekannt, aber es ist gewiss, dass die Centraltheile der Sinnesnerven im Gehirn, unabhängig von den Nervenleitern, der bestimmten Sinnesempfindungen fähig sind.

7) Die Sinnesnerven empfinden zwar zunächst nur ihre eigenen Zustände, aber das Sensorium empfindet die Zustände der Sinnesnerven. Aber dadurch, dass die Sinnesnerven als Körper die Eigenschaften anderer Körper theilen, dass sie im Raume ausgedehnt sind, dass ihnen eine Erzitterung mitgetheilt werden kann und dass sie chemisch, durch die Wärme und Elektricität verändert werden können, zeigen sie bei ihrer Veränderung durch äussere Ursachen dem Sensorium ausser ihrem Zustande auch Eigenschaften und Veränderungen der Aussenwelt an, in jedem Sinne verschieden nach dessen Qualitäten oder Sinnesenergieen.

8) Es liegt nicht in der Natur der Nerven selbst, den Inhalt ihrer Empfindungen ausser sich gegenwärtig zu setzen; die unsere Empfindungen begleitende, durch Erfahrung bewährte Vorstellung ist die Ursache dieser Versetzung.

9) Die Seele nimmt nicht blos den Inhalt der Empfindungen der Sinne auf, und legt sie vorstellend aus, sie hat auf den Inhalt derselben Einfluss, indem sie der Empfindung Schärfe ertheilt. Diese Intention kann sich bei den Sinnen mit Unterscheidung der räumlichen Ausdehnung auf einzelne Theile des empfindenden Organs, bei dem Sinne mit feiner Unterscheidung der Zeitmomente auf einzelne Acte der Empfindung isoliren. Sie kann auch einem Sinne ein Uebergewicht über den andern ertheilen.

Nach *Hartmann* beruht jede Sinnesempfindung auf einem anfänglichen Analysiren und darauf folgenden Synthetisiren, d. h. wir nehmen zuerst eine im Allgemeinen entsprechende Empfindung wahr, und nachdem wir unsere Aufmerksamkeit auf das Object gerichtet haben, suchen wir immer mehr in den Zusammenhang des Ganzen einzudringen, wodurch wir dann dessen Einzelnheiten um so leichter heraus heben und uns deutlich machen.

Die **Eintheilung der Sinne** ist verschiedentlich gemacht worden, so: in **höhere** (Gesichts- und Gehörsinn) und **niedere** (Geruchs-, Geschmacks- und Tastsinn); — in **active**, bei welchen die Erkenntniss mehr durch freithätiges Entgegenwenden des Organismus zu den Objecten geschieht (Tast-, Geschmacks- und Gesichtsinn), und **passive**, welche nur wenig von unserer Willkühr abhängen (Geruch und Gehör); — in **Zeitsinne** (Geruch und Gehörsinn) und **Raumsinne** (Tast-, Geschmacks- und Gesichtsinn); — in **dynamische** (Gesichts- und Gehörsinn), weil das Materielle bei ihnen so wenig Theil an der Wahrnehmung nimmt, **chemische** (Geruchs- und Geschmacksinn) und **mechanischen** (Tastsinn); — in **objective** (Tast-, Geschmacks- und Gesichtsinn) und **subjective** (Geruchs- und Gehörsinn).

E. H. Weber spricht sich über die Sinnesorgane und Sinnesempfindungen mit den folgenden Worten aus: da alle Einwirkungen auf unsern Körper, welche Empfindungen in uns erwecken, Bewegungen sind, die in unsern Körper eindringen und eine Veränderung in unsern Nerven hervorbringen, so sollte man glauben, der Gegenstand der Empfindungen müsste uns stets in den Organen zu liegen scheinen, mittels deren wir empfinden. Dies ist auch bei vielen Empfindungen (Schmerz), bei Einwirkungen auf Theile, welche keine Sinnesorgane sind, der Fall. Wir unterscheiden das, was auf uns einwirkt, nicht von unsern Organen, auf welche eingewirkt wird, sondern fühlen nur die Veränderung, welche in dem Empfindungszustande unsers Körpertheils hervorgebracht wird. **Mittels der ausgebildeten Sinnesorgane dagegen empfängt der Mensch ausser jenen Empfindungen noch andere, durch die er einen ausserhalb des Sinnesorgans befindlichen Gegenstand wahrzunehmen glaubt.** Daraus nun, dass man beim Sehen im Auge, beim Hören im Labyrinthe des Ohrs, beim Riechen in der Nase, keine örtliche Empfindung hat, dass man dagegen an der Oberfläche der Zähne und Haare die diese Theile berührenden Körper zu fühlen glaubt, während es doch gewiss ist, dass Haare und Zähne unempfindlich sind u. s. w., darf man vermuthen, dass wir durch die reine Empfindung ursprünglich gar nichts über den Ort wissen, wo auf den die Empfindung vermittelnden Nerven eingewirkt wird, und dass alle Empfindungen ursprünglich nur unser Bewusstsein anregende Zustände sind, welche dem Grade und der Qualität nach verschieden sein können, aber unmittelbar keine räumlichen Verhältnisse zu unserm Bewusstsein bringen, sondern nur mittelbar, durch die Anregung einer Thätigkeit unsrer Seele, mittels deren wir uns die Empfindungen vorstellen und in Zusammenhang bringen, und zu welcher wir durch eine angeborne Seelenanlage oder Seelenkraft angetrieben werden.

Die Art und Weise, wie wir bei der Auslegung unserer Empfindungen zu Werke gehen, hängt nicht ganz von unserer freien Selbstbestimmung ab, sondern wir sind durch eine unbekannte Ursache genöthigt, die Empfindungen nach den Kategorieen des Raums, der Zeit und der Zahl uns vorzustellen und in einen Zusammenhang zu bringen. Würde unsere freie Selbstbestimmung bei der Auslegung der Empfindungen nicht unterstützt durch diesen Zwang, so würden wir unstreitig niemals zu sinnlichen Vorstellungen gelangen. Diese Vorstellungen sind also nicht das Resultat der Erfahrung, sondern Erfahrung wird erst dadurch möglich, dass wir das Vermögen besitzen, uns die Empfindungen nach den Kategorieen des Raums, der Zeit und der Zahl zu deuten. Dass wir zu jener Auslegung der Empfindungen nicht durch eine freie Thätigkeit unserer Seele gelangt sind, dessen werden wir uns bewusst, wenn wir eine andere Auslegung versuchen. Denn

wir werden uns dann bewusst, dass wir die Empfindungen so auslegen müssen, und dass wir in dieser Auslegung nicht das Geringste ändern können. — Wir haben uns daher in Acht zu nehmen, folgende Vorgänge in uns nicht mit einander zu verwechseln: 1) die Bewegungen in den uns umgebenden Körpern, die sich in die Materie unserer Sinnesorgane hinein fortsetzen; 2) die Bewegungen in unsern Nervenfäden, die von jenen Bewegungen verursacht werden, aber von anderer Art sind; 3) die Veränderungen in unserm Bewusstsein, welche durch die Nervenbewegungen angeregt werden und die wir Empfindungen nennen; 4) die Vorstellungen der Empfindungen in den Kategorieen der Zeit, des Raumes und der Zahl; 5) die abstracten Begriffe der genannten und aller andern Kategorieen, sowie die durch ihre Zusammensetzung entstehenden Begriffe. — Damit die Vorstellung einer Empfindung zu Stande komme, muss die Aufmerksamkeit auf die vorzustellende Empfindung hingewendet werden, während die Empfindung allein auch zu Stande kommt, wenn wir unsere Aufmerksamkeit mit aller Anstrengung auf einen andern Gegenstand richten. Empfindungen, die wir uns in den Kategorieen des Raums, der Zeit und der Zahl vorgestellt haben, werden leichter im Gedächtniss aufbewahrt, dagegen machen reine Empfindungen, die man sich nicht vorgestellt hat, keinen dauernden Eindruck und können sich daher nicht leicht associiren. Die durch die Einwirkung auf unsern Körper angeregte Nervenbewegung kann, wenn sie stark genug ist, länger dauern als die Einwirkung, und daher können wir uns eine Empfindung bisweilen noch vorstellen. wenn die äussere Bewegung schon vorüber ist. Uebrigens scheint es, dass man sich nicht völlig gleichzeitig verschiedene Empfindungen vorstellen könne; nur die enorme Schnelligkeit, mit der das Hin- und Herwenden der Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Empfindungen vor sich geht und die kurze Zeit, welche zur Vorstellung einer Empfindung nöthig ist, lässt es uns so vorkommen, als stellten wir uns gleichzeitig und ohne Unterbrechung diese verschiedenen Empfindungen vor. Was wir successiv vollbringen, glauben wir gleichzeitig auszuführen. — Nicht vermittels aller Theile unsers Körpers, sondern nur mittels der Sinnesorgane, bekommen wir Empfindungen, die wir so auszulegen vermögen, dass wir die auf uns einwirkenden Dinge von unsern empfindlichen Theilen unterscheiden und sie als Objecte wahrnehmen, welche unsere Organe berühren, oder sogar durch grössere Strecken des Raums von ihnen getrennt sind. Unsere Sinnorgane sind deshalb nicht nach innen, sondern nach aussen gerichtet, damit die Seele die Eindrücke der äussern Welt empfinge, wobei sie sehr gestört werden würde, wenn sie auch alle Vorgänge in unserm Innern wahrnehmen könnte und diese immerfort ihre Aufmerksamkeit auf sich zögen. Die Ursache nun, dass das Empfindungsvermögen nur in manchen Theilen so ausgebildet werden kann, dass wir Objecte wahrnehmen, liegt darin. dass diese Theile so eingerichtet sind, dass daselbst ebensowohl die eigene Bewegung unseres Körpers, wie auch die Bewegung der zu empfindenden Objecte eine hinreichend bemerkbare Abänderung der Empfindung hervorbringt. •In den Theilen, wo dies nicht der Fall ist, gelingt es uns nicht, auch bei der grössten Aufmerksamkeit, die Objecte von unsern empfindlichen Theilen zu unterscheiden. Die Bewegungen unserer Organe, sowie der zu empfindenden Objecte, können aber auf eine doppelte Weise eine Abänderung der Empfindung hervorbringen, dadurch, dass die Empfindung stärker und schwächer wird, und dadurch, dass zu Folge der Bewegung immer andere Theile des empfindlichen Organs auf eine von uns unterscheidbare Weise afficirt werden. Damit aber die Eindrücke, welche benachbarte Theile eines Organs treffen, nicht dieselbe Empfindung, sondern mehrere unterscheidbare Empfindungen hervorbringen, ist eine besondere Einrichtung des empfindlichen Theils nöthig, und eben so erfordert es eine besondere Einrichtung desselben, damit schon schwache Eindrücke so deutlich empfunden werden, dass man viele verschiedene Grade der Stärke derselben unterscheiden könne. Die Sinnesorgane haben diese Einrichtung; bei gleicher Oberfläche besitzen sie viel zahlreichere Nervenfäden als andere Theile und es ist wahrscheinlich, dass die Nervenfäden derjenigen Sinnesorgane, welche ausser den besondern Empfindungen, die sie uns verschaffen, der Sitz eines feinern Ortsinnes sind, so geordnet sind, dass die Ordnung der peripherischen Enden derjenigen Ordnung in gewissem Grade entspricht, die sie an ihrer centralen Endigung haben, während die Nervenfäden in den Stämmen dieser Nerven in keiner bestimmten Ordnung liegen und daher nicht immer denselben Weg nehmen. — Die Empfindungen, die uns die Sinnesorgane verschaffen, zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Raume (besonders der Gesichts- und Tastsinn) und in der Zeit (besonders der Gehörsinn) sehr scharf begränzt sind; sie zeichnen sich auch ferner dadurch aus, dass sehr schwache Einwirkungen auf die Sinnorgane, die nicht im mindesten verletzend sind, doch sehr deutlich empfunden werden, so dass wir viele Grade der Empfindungen ganz bestimmt unterscheiden und sogar abmessen, und unzählige qualitative Verschiedenheiten wahrnehmen können. — Die Verhältnisse, unter welchen wir die Empfindungen nicht auf äussere Objecte beziehen können und sie also nicht als Sinnes-, sondern als Gemeingefühls-Empfindungen ansehen müssen, sind: 1) wenn die Empfindungen nicht durch äussere Körper, sondern durch innere Ursachen in unsern Organen angeregt werden; 2) wenn die Eindrücke zwar durch äussere Ursachen hervorgebracht werden, aber in Organen, welche nicht die passende Organisation haben, damit wir den örtlichen Unterschied der Eindrücke, die Grade und vielen Qualitäten der Empfindungen wahrnehmen können; 3) wenn die Eindrücke zwar durch äussere Ursachen hervorgebracht werden und auf geeignete Sinnorgane geschehen, aber so heftig sind, dass sie nicht blos die Enden der Nerven, sondern auch ihre Stämme treffen, Schmerz erzeugen, dadurch das Begehrungsvermögen der Seele anregen und die ruhige Reflexion verhindern; 4) wenn Eindrücke, die irgendwo auf die Nerven gemacht worden sind, nicht nur auf die gewöhnliche Weise zu einem bestimmten Theile des Gehirns fortgepflanzt werden, sondern von diesem Theile auf andere Theile des Körpers, namentlich auch des Gehirns, übertragen werden, und dadurch neue Empfindungen als eine Nebenwirkung erzeugen. — Damit sehr verschiedene in der Natur existirende Bewegungen specifisch verschiedene Empfindungen verursachen können, und damit so zahlreiche Grade der Stärke der Empfindungen deutlich unterschieden und abgemessen werden können, müssen zuvörderst an den peripherischen Enden der Nerven besondere

Organe, Sinnorgane, angebracht sein, die durch jene verschiedenartigen Bewegungen, den verschiedenen Graden der Stärke entsprechend, in Bewegung gesetzt werden, und mit den Nerven in einer solchen Verbindung stehen, dass sie durch die Bewegung, in die sie gerathen, eine entsprechende Veränderung in letzteren verursachen. Es darf ferner das Leitungsvermögen der Nerven nicht aufgehoben sein, denn die Eindrücke auf die Sinnorgane müssen bis zum Gehirn fortgepflanzt werden können. (Den specifisch verschiedenen Sinnesnerven ist hierbei nicht ein specifisch verschiedenes Leitungsvermögen zuzuschreiben.) Sodann muss der Centraltheil für die Sinnesnerven normal sein; von der besondern Einrichtung der Theile des Gehirns, in welche die verschiedenen Sinnesnerven übergehen, scheint die specifische Verschiedenheit der Empfindungen auch mit abzuhängen. Was in den Nerven, im Gehirne und in unserer Seele vorgehe, indem die in unsern Nervenfäden angeregten Bewegungen eine Veränderung in unserm Bewusstsein hervorbringen und dadurch Empfindung hervorrufen, wird wohl immer ein Räthsel bleiben.

I. Gehörorgan, *organon auditus.*

Das schallempfindende Sinneswerkzeug, das Gehörorgan, ist das Ohr (s. Bd. I. S. 585), welches aber weit weniger Nervensubstanz als das Auge, keine besondern Gewebe, wie dieses, enthält und dessen wichtigster Abschnitt, das Labyrinth, keine Ausstülpung des Gehirns mit seinen Häuten ist. Es besitzt übrigens das Gehörorgan, wie das Sehorgan, neben einem physiologischen Apparate, dem schallempfindenden Nerven *(nerv. acusticus)*, noch einen physikalischen Apparat, welcher nach acustischen Gesetzen gebaut, die Schallwellen sammeln, verstärken und nach verschiedenen Richtungen hin ausbreiten soll, um den Nerven auf die reinste, bestimmteste Weise in Erregung zu versetzen. Dieser Apparat zerfällt in das äussere, mittlere und innere Ohr. — Das äussere Ohr, aus der Auricula mit faserknorpliger Grundlage, dem äussern theils knorpligen theils knöchernen Gehörgange und dem Trommelfelle bestehend, stellt einen gewundenen Trichter dar, dessen Spitze durch das Trommelfell verschlossen ist, und durch den die Schallwellen gesammelt werden sollen. Das mittlere Ohr wird von der zwischen Labyrinth und Trommelfell liegenden Paukenhöhle gebildet, welche mit Luft gefüllt ist, die Gehörknöchelchen enthält, nach hinten zu mit den Zellen des Zitzenfortsatzes communicirt und vorwärts durch die Ohrtrompete nach dem Schlundkopfe hin offen steht. Das innere Ohr, der am feinsten acustisch gebaute und wesentlichste Theil des Gehörorgans, ist das, aus dem Vorhofe, der Schnecke und den Bogengängen zusammengesetzte Labyrinth, welches allein die Ausbreitung des Gehörnerven besitzt.

Entwickelung des Gehörorgans.

In der Entwickelungsgeschichte der Gehörwerkzeuge ist, trotz der bedeutenden neuern Entdeckungen von *Baer*, *Burdach*, *Huschke*, *Rathke*, *Valentin* und *Günther*, noch sehr Vieles in Dunkel gehüllt. — Nach *Huschke* entsteht das Ohr, analog dem Auge, als eine Hautgrube (*Emmert*'sches Ohrbläschen), welche nach aussen zu enger wird, sich allmälig verschliesst und endlich ganz vom Hautsysteme abschnürt. *Valentin* sah in der frühesten Zeit beide Ohrgruben mit einander communiciren. Nach *Baer* kündigt sich dagegen die anfangende Entwickelung des Gehörorganes durch ein Hervortreten des *nerv. auditorius* aus dem Gehirne an. Dieser zeigt sich nämlich ursprünglich als ein mit Hirnmark gefüllter Cylinder, dessen Höhle eine Fortsetzung des 4. Ventrikels ist und an dessen peripherischem Ende sich eine blasenartige Hervorragung entwickelt, welche sich allmälig von dem Gehirne abscheidet und zum Labyrinthe wird. In seinen wesentlichsten Theilen ist

das Ohr, so wie das Auge, eine wahre Ausstülpung der Gehirnblase, die aus der Schädelhöhle heraus in den Hülfsapparat hinein wächst. Dieser letztere (äusseres Ohr, Paukenhöhle, *tuba*) entwickelt sich aber aus der Visceralplatte des Embryo, während die erstere (das Labyrinth) aus der Dorsalplatte entstanden ist. Nach *Günther* lassen sich alle 3 Blätter der Keimschicht im Ohre wiederfinden: das seröse Blatt bildet das Labyrinth, das Schleimblatt die Paukenhöhle u. s. w., und zwischen beiden schiebt sich ein Product des Gefässblattes, die Muskeln der Gehörknöchelchen, ein.

Das Labyrinth entsteht aus dem *Emmert'schen* Ohrbläschen; dieses wird aber von *Huschke* und *Valentin* für eine Einstülpung der äussern Haut, von *v. Baer, Rathke, Reichert* und *Günther* dagegen für eine Hervorstülpung der Hirnblase angesehen. Dieses Bläschen ändert, indem es grösser wird, seine vorher runde Form in eine längliche birnförmige um und verengert sich nach der Hirnblase zu, so dass ein kurzer Stiel entsteht, der zum Hörnerven wird. Aus dem Bläschen entwickelt sich nach vorn und aussen ein 2. längliches Bläschen, dessen Bestimmung unbekannt ist und welches nach *Günther* bei den höhern Thieren als bestimmungslos wieder schwindet. Nun zeigt sich nach *Günther* an dem Ohrbläschen (beim Hühnchen schon nach 2¼ Tagen, beim Kaninchen am 14.—15. Tage) eine dunklere Linie, durch welche dasselbe in eine vordere (für den Vorhof) und eine hintere Hälfte (für die Schnecke) getheilt wird, wobei sich der Nerv etwas spaltet. Aus der Vorhofsblase bilden sich jetzt durch Aussackungen die Bogengänge und zwar nach Einigen so, dass eine kleine mützenförmige Ausstülpung sich verlängert, bogenförmig umbeugt und wieder in die Vorhofsblase einsenkt; nach *Günther* dagegen so, dass von dem rundlich-länglichen Vorhofe aus 3 verhältnissmässig breite, hohle, nach aussen hin bogenförmige Falten sich erheben, die anfangs eng, später aber weiter werden, sich mit ihren beiden Platten einander nähern und verwachsen (am 10. Tage beim Hühnchen). Indem sich das ursprüngliche Bläschen in 2 Schichten sondert, entwickelt sich aus der innern das häutige Labyrinth. Die Labyrinthflüssigkeit ist dieselbe, welche früher die Hirnblase ausgespannt erhält und frisch stets hell. — Die Schnecke entsteht nach *Günther* dadurch, dass sich die hintere Hälfte des Ohrbläschens, das Schneckenbläschen, in 2 Hautschichten trennt, zwischen denen ein Raum entsteht, so dass nun ein kleines längliches, plattgedrücktes Säckchen locker in einem ähnlichen grössern steckt. Das innere, die wirkliche Fortsetzung des Ohrbläschens und des Nerven, wird *modiolus*, das äussere das Schneckengehäuse. Zur weitern Entwickelung des letztern senkt sich in einer geringen Entfernung vom Rande zunächst dem Vorhofe die äussere Haut 2mal so weit ein, dass sie das innere Säckchen berührt, und nun ist das Schneckenrohr gebildet. Vom ersten Anfange in der Nähe des Vorhofs aus schleicht gleichsam die Einfaltung immer enger werdend spiralförmig auf derselben Fläche fort und die Windungen erheben sich allmälig über einander. Das innere Säckchen, die Grundlage des *modiolus*, anfangs einen kurzen Kegel darstellend, verlängert sich und bildet durch Faltung in das Schneckenrohr die Spiralplatte. Diese aus dem Modiolus spiralig in das Schneckenrohr eindringende Falte geht aber nur bis in den halben Durchmesser des letztern; die 2. Hälfte der Spiralplatte *(zona Valsalvae)* wird durch Ansatz eigner Bildungsmasse vollendet. — Die Verknorpelung des Labyrinthes fängt schon zu der Zeit an, wo die Bogengänge entstehen; die Verknöcherung beginnt zu Ende des 3. oder Anfange des 4. Monats, in der Gegend der *fenestra ovalis* und am obern Bogengange. — Nach *Valentin* stellt das Labyrinth in frühester Zeit einen isolirten, einfachen, länglichen Schlauch (*Emmert'sches* Ohrbläschen) mit länglichrunder Höhlung (dem zukünftigen Vorhofe) und einer etwas unebenen innern Oberfläche dar. Kurz darauf verlängert sich das innere Ende der Höhlung und wird, indem es im Kreise eine Wendung zu machen beginnt, zu einer rundlichen Höhle (die Grundlage der Schnecke). Indem sich die Wände derselben vom Vorhofe aus gegen die Mitte der Schädelbasis hin und dann weiter fort bis zur Kuppel spiralförmig herumwinden, nimmt die Schneckenblase die Gestalt der Schnecke an, in deren Achse zwischen den concaven Seiten der Windungen ein kegelförmiger hohler Raum entsteht und die Stelle der künftigen Spindel einnimmt. Während dieses Vorganges wird der Vorhof breiter und rundlicher, die Bogengänge fangen an sich als Ausstülpungen des Vorhofs zu zeigen und zwar zuerst der hintere und der obere. Anfangs sind diese sehr breit, verschmälern sich aber von ihren Umbeugungsstellen aus, so dass zuletzt nur noch die Ampullen als Andeutungen ihrer früheren Grösse zurückbleiben. Der Vorhof ist dabei breiter und mehr trapezoidisch geworden, und die *fenestra ovalis* hat sich deutlicher ausgebildet. Alle diese Vorgänge ereignen sich zu einer Zeit, wo das innere Gehörorgan noch eine weiche Knorpelmasse darstellt, und folgen so schnell auf einander, dass im 3. Monate beim Fötus das Labyrinth schon ausgebildet ist. — Der Hörnerv, welcher zu Anfange eine mit pulpöser Nervenmasse gefüllte Röhre darstellte, zeigt allmälig sich vermehrende Fäden, die in der Schnecke in einen dicken weissen Strang geordnet, den Windungen folgen, ohne Seitenfasern nach den Wänden hin abzugeben. — Die beiden Flüssigkeiten des Labyrinths fand *Valentin* nicht röthlich, sondern hell und durchsichtig, in ihnen sah er kleine rundliche Kügelchen, welche in ihrem Innern einen dunklen Kern hatten und deutlich mit kleinen lanzettförmigen Schwänzchen versehen waren, dagegen konnte er in frühester Zeit die Ohrkrystalle nicht entdecken. — Das häutige Labyrinth erlangt erst seine Hörfähigkeit durch Verknöcherung der äussern Membran und beginnt, nachdem sich die einzelnen Abtheilungen des Labyrinths vollständig entwickelt haben (im 3. Monate). Das knöcherne Labyrinth ist anfangs völlig von der Knochenmasse, welche das Felsenbein bildet, gesondert und erst vom 5. Monate an verschmilzt es mit derselben, doch so, dass sein Gehäuse bis zur Geburt leicht aus dem weichern und schwammigen Felsentheile herauspräparirt werden kann. Später verwachsen beide Theile sehr innig mit einander und lassen sich nicht mehr isolirt darstellen.

Das mittlere Ohr *(tuba Eustachii* und *cavitas tympani)* hat einen vom Labyrinthe ganz gesonderten Ursprung, und zwar aus der Visceralplatte des Embryo. Seine Bildung erfolgt aus einer Abtheilung der Mundhöhle oder als eine besondere Tasche derselben, die zwischen dem Labyrinthe und der Seitenwand des Kopfes ihre Lage hat, d. i. aus der ersten Kiemenspalte. — Die *tuba* steigt anfangs von innen und oben nach aussen und unten herab, späterhin, wenn sich die Theile aus den Kiemenbogen mehr entwickeln und rückwärts drängen, bekommt sie eine mehr horizontale Richtung und zuletzt liegt sie schief von unten und innen nach aussen und oben. Bis zum 3. Monate ist sie nur häutig, dann bekommt sie einen knorpeligen Ueberzug. — Die Paukenhöhle ist nichts Anderes, als die Endblase der *tuba* und wird von ihr im weitern Verlaufe der Entwickelung abgegränzt, indem die letztere an Länge immer mehr zu, an Breite aber relativ abnimmt. Die Blase oder Tasche, welche die Trommelhöhle darstellt, nimmt an dem Verknöcherungsprocesse der benachbarten Theile keinen Antheil, sondern lehnt sich mit ihren Wänden nur an dieselben an und erhält durch diese ihre Form. — Die Verknöcherung dieser Theile beginnt im 3. Monate am *promontorium* und der *fenestra ovalis*, und schreitet allmälig nach oben, unten, vorn und hinten weiter fort. Während des Fötuslebens ist die in das mittlere Ohr fortgesetzte Pharyngealhaut sehr weich und gefässreich, und die Paukenhöhle wird von einem gallertartigen Schleime ausgefüllt. — Von den Gehörknöchelchen entsteht nach *Rathke* und *Valentin* zuerst der Hammer und Ambos als eine aus der hintern Wand und der Paukenhöhle hervorwachsende Warze, die als eine Wucherung des Labyrinthes in die Paukenhöhle hinein anzusehen ist. Nach *Huschke* und *Reichert* bilden sich die Gehörknöchelchen durch Verschmelzung der beiden vordern Kiemenbogen. *Gunther* lässt diese Knöchelchen aus dem knorpeligen Visceralstreifen des 1. Kiemenbogens entstehen; derselbe ist anfangs höchst zart und aus einem Stücke bestehend, zerfällt aber bald in 3 Abtheilungen, von denen die hintere nur in der ersten Zeit zur Anknüpfung an die Schädelwirbel dient und wieder schwindet, während die mittlere Abtheilung dieses Streifens, welche sich an die Labyrinthblase mit einem Knötchen anlegt, die Grundlage für Steigbügel und Ambos, die vordere aber (d. i. der *Meckel*'sche Fortsatz) die für den Hammer abgibt. Im 3. Monate zeigen sich die Gehörknöchelchen nur knorpelig und verhältnissmässig sehr gross; die Ossification beginnt gegen das Ende dieses Monats zuerst und zu gleicher Zeit im Hammer und Ambose, und nachher erst im Steigbügel; sehr früh ist sie vollendet, so dass die Gehörknöchelchen bei dem Neugeborenen als die relativ vollendetsten Knochen anzusehen sind.

Aeusseres Ohr. Nachdem die erste Kiemenspalte in der Mitte verwachsen und so ein oberes und unteres Löchelchen geblieben ist, von denen aber das untere verschwindet, wandelt sich die obere Oeffnung nach aussen in die äussern Theile des Gehörganges um, während sie nach innen in die Trompete und Paukenhöhle übergeht. Indem nun die Paukenhöhle allmälig eine taschenförmige Gestalt annimmt, bildet sich der äussere Gehörgang als eine flachgedrückte rundliche Tasche mit engem Ausgange. Zwischen der Paukenhöhlen- und äussern Gehörgangstasche entwickelt sich dann das Trommelfell, und aus dem 2. knorpeligen Visceralstreifen entspringt ein zarter schmaler Fortsatz, der bald bogenförmig das Trommelfell umgibt (der *annulus tympani*) und sich vom 2. Visceralstreifen ablöst. Das Trommelfell ist also (nach *Günther*) nichts anderes, als die die frühere Kiemenspalte verschliessende Masse, in der Breite ausgedehnt und von einem Ringe umgeben. Während des Embryolebens ist das Trommelfell im Verhältnisse zum äussern Ohre und ganzen Kopfe und Körper um so grösser und gefässreicher, je jünger der Embryo ist. Seine Form, Lage und Richtung ist aber ganz verschieden von der bei ausgewachsenen Personen; es ist mehr rund, liegt, weil der knöcherne Gehörgang noch nicht gebildet ist, der äussern Oberfläche weit näher und ist beinahe horizontal gestellt. Der *annulus tympani* entsteht (im 2. Monate) später als das Trommelfell und die Gehörknöchelchen; *Valentin* sah ihn schon in der 11. Woche als zarten Knochenstreifen. Bis um die Mitte der Schwangerschaft stellt er einen isolirten knöchernen Ring dar, der an seinem obern Theile nach hinten und aussen eine Lücke hat. Vom 5. Monate an verwächst er mit dem Schuppen- und Felsentheile, so dass er im 6. Monate einen vollständigen Ring darstellt, an dessen äusserer Fläche sich allmälig immer mehr lockere Knochensubstanz ansetzt, wodurch der knöcherne Gehörgang gebildet wird. Dieser Absatz von Knochenmasse geht aber sehr langsam vor sich, so dass der knöcherne Gehörgang vom 2. bis 7. Jahre an seiner untern Fläche immer noch knorpelig erscheint. — Die *auricula* deutet sich bei einem 8wöchentlichen Embryo als ein flacher, blos aus Haut bestehender Wulst an, der oben breit und unten schmal und in der Mitte mit einer Längenspalte (d. i. das obere, von der 1. Kiemenspalte übrig gebliebene Löchelchen) versehen ist, welche zum Gehörgange wird. Bald erhebt sich der vordere Theil des Wulstes und bekommt einen Quereinschnitt, welcher denselben in 2 Hälften theilt, von denen die untere der *antitragus*, die obere der Anfang der *helix* ist. Vom 6. Monate an entfernt sich das äussere Ohr immer mehr von dem Schädel und bildet allmälig eine wahre Muschel. Der Knorpel fängt schon im 3. Monate an sich zu entwickeln.

Physiologie des Gehörorgans.

Das Gehörorgan dient zum Hören, d. h. zur Wahrnehmung des **Schalles**, welcher dadurch entsteht, dass die durch irgend eine Ursache in einem Körper hervorgebrachten Schwingungen andern damit in Berührung stehenden Körpern (Luft, Flüssigkeit, feste Körper) mitgetheilt werden, welche dieselben wieder zum Ohre fortpflanzen, wo die specifische Energie des Gehörnerven dadurch angeregt wird. Das

Wesentliche an diesem Organe ist daher der **specifische Gehörnerv**, welcher die Eigenschaft hat, Stösse als Ton zu empfinden; alle übrigen Theile des Gehörorganes sind nach *Müller* acustische Apparate, bestimmt zur Erleichterung der Leitung und Multiplication der Schallwellen durch Resonanz. Zum Hören an und für sich, ja selbst zur Unterscheidung der Höhe und relativen Stärke der Wellen sind aber weder Trommelfell, noch Gehörknöchelchen, noch selbst Labyrinth nöthig, und es genügt der blosse Gehörnerv; wohl nimmt aber die Schärfe und absolute Intensität der Töne mit der acustischen Ausbildung des Organes zu. **Erfordernisse zum deutlichen objectiven Hören** sind also: dass die Schallwellen, welche zu dem äussern Ohre gelangen, theils durch die Luft, theils durch feste Körper bis zur Ausbreitung des Hörnerven fortgepflanzt werden; dass der dadurch gemachte Eindruck empfunden werde; dass durch gewisse Seelenactionen die richtige Empfindung möglich gemacht werde. Zwischen dem Ohre und der Stelle, wo durch das Aneinanderstossen zweier Körper in diesen Körpern Schallschwingungen entstehen, muss ein Medium vorhanden sein, welches im Stande ist, diese Schallschwingungen aufzunehmen und in sich weiter zu verbreiten. Diese Media sind entweder Gase, Flüssigkeiten oder feste Körper. Ist die Ursprungsstelle des Schalles ein fester Körper, so wird der Schall besser gehört, wenn das Medium auch ein fester Körper ist; der Schall, welcher im Wasser sich erzeugt, wird am besten durch Wasser oder einen festen Körper, schlecht durch Luft fortgeleitet; der Schall, welcher in der Luft entsteht, wird sehr geschwächt, wenn er aus der Luft in Wasser übergeht, noch mehr als der in Wasser entstandene, welcher in die Luft übergeht.

Der **Schall** *(sonus)*, welcher sich weit langsamer, als das Licht, fortpflanzt, ist nicht, wie dieses, ein an und für sich bestehender Körper, sondern bezeichnet die Empfindung, welche durch einen schallenden Körper in unserm Gehörsinne hervorgebracht wird; doch versteht man darunter auch die schwingende Bewegung in den Theilen eines elastischen Körpers, wodurch derselbe fähig wird, auf unsern Gehörsinn einzuwirken. Wenn irgend ein Körper die Empfindung von einem Schallen veranlassen soll, so muss nicht etwa blos eine äussere Bewegung (Ortsveränderung), sondern eine innere Bewegung der Substanz desselben angeregt werden. Diese innere Bewegung ist nun aber **Schwingung** der ganzen Substanz, d. h. durch einen gewissen Grad von Elasticität bedingte Contraction und Expansion des schallenden Körpers. Ausserdem muss ferner dieser sich innerlich bewegende Körper in freier Wechselwirkung mit der ihn umgebenden Natur sich befinden. Nach der Art seiner Substanz, nach seiner chemischen und organischen Qualität ist die Art, wie in ihm die Contraction und Expansion sich folgen, verschieden und macht ihn zu einem eigenthümlich schwingenden, gibt ihm seinen besondern **Klang** *(timbre)*. — Diese eigenthümliche innere Schwingung äussert sich nun selbst in den kleinsten Theilen des klingenden Körpers, wird allmälig schwächer und hängt überhaupt sowohl der Zahl als Stärke nach von dem Grade der Elasticität des Körpers ab. Doch befinden sich nicht alle Theile eines tönenden Körpers gleichzeitig in schwingender Bewegung, sondern es gibt auch gewisse Punkte in der schwingenden Saite, welche nicht schwingen, sondern ruhig bleiben (Schwingungsknoten) und zwar so, dass jedesmal die Schwingungen zweier benachbarter Theile in der Saite nach entgegengesetzten Richtungen verlaufen; dasselbe findet sich auch bei klingen-

den Flächen (daher die *Chladni*'schen Klangfiguren). — Die Stärke des Schalles hängt von dem grössern Umfange der Schwingungen und der grössern Anzahl der schwingenden Theile ab; er ist ferner um so höher, je schneller die Schwingungen auf einander folgen, und umgekehrt um so tiefer. Mehrere, aber verschiedenartige Schwingungen machen überhaupt einen Schall, der nach Verhältniss der Schwingungen ein Geräusch, Getöse, Knall u. s. w. sein kann; gleichartige Schwingungen (d. h. wenn in dem schallenden Körper der gehörige Gegensatz zwischen Schwingungstheilen und Ruhepunkten stattfindet) machen einen Klang, und betrachten wir diesen in Bezug auf Höhe und Tiefe (d. h. in Bezug auf die grössere oder geringere Anzahl von Schwingungen in einer bestimmten Zeit), so entsteht der Ton. Der tiefste Ton soll wenigstens 30 Schwingungen in der Secunde nöthig haben, der höchste dagegen 12000 (nach *Savart* 40000). Ein Ton, der aus noch einmal so vielen Schwingungen gebildet wird, als ein anderer, heisst die Octave von diesem (zwischen welcher 6 Zwischenräume liegen).

Die Fortpflanzung des Schalles, welche nach den Gesetzen der Wellenbewegung, strahlenförmig in geraden Linien nach allen Seiten hin und nach *Moll* in trockner Luft bei 0° C. Temperatur mit einer Geschwindigkeit von 1022$^1/_3$ Par. F. in der Secunde (schneller bei warmer Luft, in Wasser und festen Körpern) geschieht, kann durch alle Körper bewirkt werden, aber um so leichter, je elastischer dieselben sind (nur nicht durch einen luftleeren Raum). Stösst der Schall nun bei seiner Fortpflanzung mit andern Körpern zusammen, so bringt er ähnliche Schwingungen in ihnen hervor, als die sind, welche in dem zuerst schallenden Körper vor sich gingen, er bringt sie in Mitklang (welcher immer dem Primärklange entspricht und nur in Bezug auf Stärke von ihm verschieden ist). Sind diese Körper aber, auf welche die Schallwellen auftreffen, hinlänglich dicht, so werden die letztern, nachdem sie die Körper in schwingende Bewegung versetzt haben, nach denselben Gesetzen, wie die Lichtstrahlen, reflectirt, d. h. der Ausfallswinkel ist gleich dem Einfallswinkel. Hierauf gründet sich das Echo, Sprachrohr, acustische Bauart der Kirchen, Säle u. s. w. — Das gewöhnliche Medium, welches den Schall zu unserm Ohre fortpflanzt, ist die Luft und es sind hier die tönenden Strömungen nichts Anderes als eine Reihe von Luftmoleculen, längs welcher sich die Vibration vom tönenden Körper bis zum Ohre fortpflanzt (Schallwellen, Schallstrahlen).

Wellen oder Schwingungen sind Bewegungen, durch welche die Theile eines Körpers sich der Lage des Gleichgewichtes abwechselnd nähern und davon entfernen. Es sind: Beugungswellen, bei welchen sich die Oberfläche des Körpers in Wellenberge und Wellenthäler verändert, ohne Aenderung seiner Dichtigkeit; — und Verdichtungswellen, die in einer Verdichtung ohne Aenderung der Oberfläche bestehen; dem Wellenberg entspricht hier die Verdichtung, dem Wellenthale die Verdünnung. Schreitet die Schwingung successiv über den Körper fort, so ist sie eine fortschreitende, verlässt sie aber pendelartig ihren Ort nicht, eine stehende. — Tönende Körper schwingen entweder mit Beugungswellen oder Verdichtungswellen; an tönenden Saiten und festen Körpern kommen entweder die einen oder die andern oder beide zugleich vor. Tönende Luftmassen schwingen nur mit Verdichtungswellen. Die Wellen tönender Körper sind theils stehende, theils fortschreitende.

Die Fortleitung der Schwingungen tönender Körper geschieht (sowohl im Wasser, wie in der Luft) durch Verdichtungs- und Verdünnungswellen, nicht durch Beugungswellen. Je gleichartiger der schallleitende Körper dem tönenden ist, um so vollkommner ist die Mittheilung, umgekehrt um so unvollkommner. Die Schwingungen werden ferner beim Uebergange aus einem Medium in ein ungleichartiges anderes, wie beim Licht, theils fortgeleitet, theils zurückgeworfen. Es kann auch ein Ton im schallleitenden Körper stärker werden, als er im tönenden Körper selbst war, und zwar durch die Vergrösserung der Oberfläche der gleichartigen schwingenden Theile. Die Resonanz ist stärker bei einem begränzten, als bei einem unbegränzten Körper, weil ersterer die Schallwellen zum Theil von seinen Rändern und Flächen zurückwirft. Die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalles hängt von der Dichtigkeit und Elasticität der Körper ab; in Wasser geschieht sie etwa 4mal so schnell, als in der Luft, noch schneller durch feste Körper; so leitet Eisen den Schall 10$^1/_2$mal, Holz 11mal so schnell, als die Luft. (S. *E. H.* und *W. Weber's* Wellenlehre.)

Schallleitung bis zum Gehörnerven. Da die Mittheilung der Schallwellen bei den in der Luft lebenden Thieren durch 3 auf einander folgende Medien, welche sämmtlich ungleich sind (nämlich: Luft, feste Theile des Thieres und Gehörorgans, Wasser des Labyrinths) geschieht, so ist auch das Gehörorgan derselben zusammengesetzter (als z. B. bei Wasserthieren). *Müller's* Resultate, aus einer Reihe von Untersuchungen zur Aufklärung der Akustik der Gehörwerkzeuge gezogen, sind folgende.

1) Feste Körper nehmen die im Wasser selbst erzeugten Schallwellen mit grosser Stärke aus dem Wasser auf. — 2) Schallwellen fester Körper gehen stärker durch andere damit in Verbindung gesetzte Körper fort, als aus festen Körpern in Wasser, aber in diesem noch weit stärker, als in Luft. — 3) Schallwellen der Luft theilen sich dem Wasser schwer mit, aber sehr leicht mittels einer gespannten Membran. — 4) Schallwellen, die sich im Wasser fortpflanzen und durch begränzte feste Körper durchgehen, theilen sich nicht blos stark den festen Körpern mit, sondern resoniren auch von den Oberflächen des festen Körpers in das Wasser, so dass der Schall im Wasser in der Nähe des festen Körpers auch da stark gehört wird, wo er zufolge der blossen Leitung im Wasser schwächer sein würde. — 5) Schallwellen, die sich im Wasser fortpflanzen, erleiden auch eine theilweise Reflexion von den Wänden des festen Körpers. — 6) Dünne Membranen leiten den Schall im Wasser ungeschwächt, mögen sie gespannt oder ungespannt sein. — 7) Luftmassen im Wasser, von Membranen oder festen Körpern eingeschlossen, resoniren von den Schallwellen des Wassers, und auch wenn denselben die Schallwellen von festen Körpern mitgetheilt werden. Es ist also die Schwimmblase der Fische zugleich der Resonator für die durch den Körper derselben durchgehenden Schallwellen. Diese Sätze beziehen sich hauptsächlich auf die Gehörwerkzeuge der im Wasser lebenden Thiere, die folgenden dagegen auf die Luftthiere.

a) Schallwellen, welche aus der Luft ins Wasser übergehen, erleiden eine beträchtliche Verminderung der Intensität, gehen aber mit der grössten Stärke von der Luft zum Wasser durch Vermittelung einer gespannten Membran über (deshalb die *membrana secundaria tympani* in der *fenestra rotunda*). — *b)* Schallwellen gehen aus der Luft ohne merkliche Veränderung ihrer Intensität an Wasser auch dann über, wenn die vermittelnde gespannte Membran mit dem grössten Theile ihrer Fläche an einen kurzen, festen Körper angeheftet ist, der allein das Wasser berührt (hierher: die mit dem beweglichen Steigbügel geschlossene *fenestra ovalis*). — *c)* Schon ein kleiner fester Körper, der beweglich durch einen häutigen Saum in ein Fenster eingesetzt ist, leitet die Schallwellen von der Luft zum Wasser viel besser, als andere feste Theile. Diese Leitung wird aber noch weit mehr verstärkt, wenn der solide das Fenster schliessende Leiter an der Mitte einer gespannten Membran befestigt ist, die von beiden Seiten von Luft umgeben ist (hierher: der Zusammenhang der *fenestra ovalis* durch die Gehörknöchelchen mit dem Trommelfelle). — *d)* Eine kleine, stark gespannte Membran leitet den Schall schwächer, als im schlaffen Zustande. — *e)* Schwingungen, welche von der Luft auf eine gespannte Membran, von dieser auf frei bewegliche, begränzte, feste Theile, von diesen auf Wasser verpflanzt werden, theilen sich sehr viel stärker dem Wasser mit, als Schwingungen, welche von der Luft auf dieselbe gespannte Membran, von dieser auf Luft, von dieser auf eine gespannte Membran und von dieser auf Wasser verpflanzt werden. Es werden also die Luftwellen viel intensiver vom Trommelfelle durch die Gehörknöchelchen und das ovale Fenster, als durch die Luft der Trommelhöhle und die Membran des runden Fensters, auf das Labyrinthwasser wirken.

Functionen der einzelnen Theile des Gehörorgans.

a. **Aeusseres, knorpeliges Ohr.** Zur bestimmten Formation des Schalles scheint die Concentration der Wellen in einen engern Raum nothwendig zu sein; ganz besonders hat ein trichterförmiger Kanal die Fähigkeit, die Wellen zu sammeln und zu verstärken. Deshalb eben stellt das äussere Ohr einen gewundenen Trichter dar. Es ist theils Reflector, theils Condensator und Leiter der Schallwellen. Als Reflector kommt vorzüglich die *concha* in Betracht, indem sie die Schallwellen in der Luft gegen den *tragus* wirft, von wo sie in den Gehörgang gelangen. Die übrigen Unebenheiten des Ohres dienen aber nicht der Reflexion, sondern der Leitung. Denn

diejenigen Erhabenheiten und Vertiefungen, auf welche gerade die Schallwellen senkrecht treffen, werden diese auch am stärksten aufnehmen. Die Unebenheiten sind aber so mannichfaltig, dass die Schallwellen, mögen sie kommen, von wo sie wollen, auf die Tangente einer dieser Erhabenheiten senkrecht sein werden.

Das äussere Ohr sammelt also die Schallstrahlen und leitet sie theils durch die Luft, theils durch seine in Schwingungen gerathenen Wände zu dem Gehörgange, und zwar um so besser, je grösser und elastischer, je mehr vom Kopfe entfernt (am besten unter einem Winkel von 40°) und nach vorn gerichtet es ist, und eine je grössere Tiefe und Geräumigkeit die *concha* hat. Wenn sich auch nicht mit *Boerhaave* annehmen lässt, dass jeder einzelne Theil des Ohres die Schallstrahlen so zurückwerfe, dass sie entweder sogleich oder nach mehrmaliger Reflexion zuletzt alle in den Gehörgang fielen, so ist doch nicht zu leugnen, dass durch die verschiedenen Erhöhungen und Vertiefungen des Ohrknorpels die Schallstrahlen in so weit modificirt werden, dass sie leichter von den verschiedenen Seiten in den Gehörgang gelangen können. Einige dieser Theile, z. B. *tragus* und *antitragus*, mögen wohl auch zum Schutze dienen, indem sie die gewaltsame Wirkung der vibrirenden Luft brechen. Am reinsten werden die Strahlen aufgefangen, welche von der Seite, von vorn und unten kommend in die Muschel hineingeworfen werden. — Vermöge der grossen, von seinem knorpeligen Baue abhängenden Elasticität, welche durch die eigenen Muskeln noch etwas modificirt werden kann, ist das ganze äussere Ohr geeignet, durch die dasselbe treffenden Schallwellen in oscillirende Bewegungen versetzt zu werden und als fester Körper zur Fortpflanzung des Schalles zu dienen. Diese Bewegungen verlieren sich im Ohrläppchen, welches frei anhängt und ohne Widerstandsvermögen ist, wodurch das Ohr frei von allen fortdauernden Schwingungen erhalten und zur Aufnahme neuer Eindrücke in der schnellsten Zeitfolge und grössten Verschiedenheit fähig wird. Eine grössere Spannung des Ohrknorpels bezwecken die mehrsten Menschen, wenn sie etwas genauer hören wollen, dadurch, dass sie mittels der Gesichtsmuskeln die Haut anspannen, woher die eigene Miene des Horchens und wahrscheinlich auch das Maulaufsperren rührt.

b. **Aeusserer Gehörgang**; er ist bei der Schallleitung in 3facher Hinsicht wichtig: 1) indem er die aus der Luft einfallenden Schallwellen durch seine Luft unmittelbar auf das Trommelfell leitet und die Schallwellen zusammenhält; 2) indem seine Wände die dem äussern Ohre selbst mitgetheilten Wellen auf dem nächsten Wege auf die Befestigungspunkte des Trommelfells und so auf dieses selbst leiten; 3) insofern die im Gehörgange enthaltene begränzte Luftmasse der Resonanz fähig ist (jeder begränzte Luftraum resonirt und zwar um so mehr, je grösser die Luftsäule ist). Hierzu kommt noch, dass wegen der Krümmung des Gehörganges einige Schallstrahlen an seinen Wänden einige Reflexion erleiden; so treffen Wellenberge und Wellenberge, Thäler und Thäler der Wellen zusammen und diese verstärken bekanntlich einander.

Der *meatus auditorius externus* empfängt als Luftleiter sowohl directe Luftwellen, als auch reflectirte. Die ersteren, durch welche man wahrscheinlich die Direction des Schalles wahrzunehmen vermag, sind natürlich die stärkern und es muss also die grössere Weite des Gehörganges Einfluss auf das schärfere Hören haben, weshalb man auch dabei durch Oeffnen des Mundes denselben zu erweitern sucht. Da beim weiblichen Geschlechte der Gehörgang bei gleicher Länge mit dem des männlichen Geschlechtes von minderer Weite ist, so könnte man schliessen, dass das weibliche Ohr besser gebaut sei, um bestimmt auch in der Nähe einen kleinen Schall zu unterscheiden, das männliche aber, um schon in der Entfernung, wenn gleich minder deutlich, ein jedes Geräusch wahrzunehmen. — Das Ohrenschmalz, welches, so wie die Haare, im Gehörgange hauptsächlich das Eindringen fremder Körper und Insecten hindert, soll nach *Buchanan* durch seine chemischen Eigenschaften die Rauhheit und Härte der Schallwellen mildern und sie leichter wahrnehmbar machen oder den Schall aus einem blos physischen Agens in ein thierisch vitales verwandeln. Es hat vielleicht auch den Zweck, eine für das Gehör günstige Geschmeidigkeit der weichen Theile des Gehörganges zu unterhalten, oder in sofern die Töne angenehmer zu machen, als es die vom Trommelfell zurückgeworfenen Schallstrahlen unwirksam macht und dadurch einen Wiederhall verhütet.

Ohrenschmalz, *cerumem*, wird als eine dünne, ölige, gelbliche, bittere Flüssigkeit abgesondert, die sich nach und nach verdickt und, der Wärme und freien Luft ausgesetzt, endlich weichem, bräunlich-gelbem Wachse oder Talge gleicht. Je länger es sich im Gehörgange aufhält, desto mehr verdunsten seine wässerigen Theile und desto härter, zäher, bitterer, ranziger, schärfer und dunkler wird es. Das Ohrenschmalz besteht nach *Berzelius* aus einem weichen, butterartigen Fette (Talg und Oelfett), Eiweisse, in Verbindung mit einer eigenthümlichen thierischen Materie, einem gelben, sehr bitter schmeckenden, nicht krystallinischen, in Alkohol löslichen Farbestoffe, einem wässerigen Extracte (speichelstoffartiger Materie), milchsaurem Kali und milchsaurem Kalke. Es wird am leichtesten von warmem Wasser aufgelöst, nach *Berzelius* von einem Gemenge aus Terpentinöl und Baumöl. — Das Ohrenschmalz erhält die Haut und die Härchen des Gehörganges weich und bildet mit den letztern einen durch seine Klebrigkeit und vielleicht auch Bitterkeit schützenden Ueberzug.

c. Das **Trommelfell** ist 1) der Vermittler zwischen Luft und Gehörknöchelchen. Denn Luftschwingungen gehen schwer an feste Körper und nur mit einer beträchtlichen Verminderung ihrer Intensität über, während eine Membran leicht davon in Bewegung gesetzt wird und diese dann leicht auf die festen Körper fortpflanzt. — 2) Es ist der Condensator für diejenigen Wellen, welche ihm von festen Theilen zugeleitet werden. — 3) Es mindert die Stärke der Schallstrahlen, indem es vom *m. tensor tympani* angespannt wird *(Savart)*, und so seine Schwingungen nur von geringem Umfange sein können. — 4) Es schützt die innern Theile des Gehörorgans, indem es das Eindringen fremder Körper, der Luft, Feuchtigkeit u. s. w. hindert. — Da die Achse des äussern Gehörganges mit dem Trommelfelle einen Winkel von etwa 55° bildet und dieses fast trichterförmig in die Paukenhöhle ragt, so gelangen alle Schallstrahlen in schiefer Richtung auf dasselbe und es wird an einer Stelle früher, als an den übrigen berührt. Die Folge davon ist, dass die Wellen von dem Anfangspunkte zu den Rändern des Trommelfelles bewegt, von da wieder zurückgeworfen werden, sich durchkreuzen, und so kreuzende Verdichtungswellen bilden, welche den Ton verstärken.

Die Molecular-Schwingungen des Trommelfells, zu denen Luft auf beiden Seiten desselben durchaus erforderlich ist, sind für gewöhnlich Verdichtungswellen (und zwar kreuzende, indem das Trommelfell als gespannter und begränzter Körper selbst wieder die Wellen von seinen Gränzen zurückwirft und so diese verstärkt) und nur bei den stärkern Stössen Beugungsschwingungen. — Nach *Müller* verhält sich der *m. tensor tympani* wie alle animalischen Muskeln, d. h. er besitzt regelmässige Querstreifen seiner primitiven Bündel; auch kann er nach *Müller* willkührlich bewegt werden. Wahrscheinlich ist es, dass dieser Muskel bei einem sehr starken Schalle ebenso durch Reflexbewegung in Thätigkeit tritt, wie die Iris bei starkem Lichte, und so eine Dämpfung des Gehörs durch Anspannung des Trommelfells eintritt. — Der *m. stapedius*, welcher den Steigbügel so zieht, dass seine Basis schief in der *fenestra ovalis* steht, indem er auf der Seite des Zuges ein wenig tiefer in das Fenster eintritt und auf der andern Seite heraus, spannt wahrscheinlich das Häutchen, welches den Fusstritt mit dem Fenster verbindet. — Die sogenannten Laxatoren des Trommelfelles sind keine Muskeln.

d. Die **Paukenhöhle** ist mit Luft erfüllt, welche durch die *tuba Eustachii* mit der äussern Luft communicirt, zur Herstellung des Gleichgewichts des Druckes und der Temperatur beider. Ohne diese Luft (und überhaupt ohne die Trommelhöhle) wären weder die Schwingungen des Trommelfelles frei, noch die Gehörknöchelchen zur concentrirten Fortpflanzung der Wellen isolirt. Denn so leicht sich die Schwingungen des Trommelfelles der Luft der Paukenhöhle mittheilen, so wenig ist die feste Substanz der Gehörknöchelchen geeignet, ihre Wellen an diese Luft abzugeben. Auch dient sie, wie die Luft im äussern Gehörgange, als Resonator. — Die Fortpflanzung der Schallwellen innerhalb der Paukenhöhle geschieht auf doppelte Art: 1) durch die Kette der Gehörknöchelchen zur Haut der *fenestra ovalis*, welche das Wasser im Vorhofe berührt, und 2) durch die Luft der Paukenhöhle zur *membrana secundaria tympani*, welche in der *fenestra rotunda* ausgespannt ist und vom Wasser der Schnecke bespült wird. Auch die Wände der Paukenhöhle selbst tragen ausserdem noch zur Fortpflanzung der Schwingungen zum Labyrinthe bei. Dass die Paukenhöhle übrigens noch den Nutzen hat, vor dem innern Ohre eine eigenthümliche, sich immer gleich bleibende Atmosphäre zu erhalten, scheint sehr wahrscheinlich. — *E. Weber* behauptet, dass die *fenestra rotunda* mit ihrer *membrana secundaria tympani* nicht dazu diene, die Schallwellen zur Schnecke zu führen, weil diese durch den wiederholten Uebergang von luftförmigen Medien auf feste und von festen auf luftförmige und flüssige Medien gänzlich geschwächt und vernichtet werden müssten; die *fenestra rotunda* sei vielmehr eine Gegenöffnung des Labyrinths, welche dazu diene, die Mittheilungen der Bewegungen des Steigbügels an das Labyrinthwasser möglich zu machen. Wenn nämlich die Höhle des Labyrinths nur eine Oeffnung, die *fenestra ovalis*, hätte, so könnten die Bewegungen des in der verschliessenden Membran dieser Oeffnung befestigten Steigbügels nur dadurch dem Labyrinthwasser mitgetheilt werden, dass diese fast incompressible Flüssigkeit comprimirt und dilatirt würde, was die schwachen Bewegungen des Steigbügels nicht zu

leisten im Stande sind. Die Stösse des Steigbügels werden vielmehr von der *fenestra ovalis* zur *fenestra rotunda* durch das Labyrinthwasser hindurch fortgepflanzt und setzen die dieselbe verschliessende Membran in entsprechende Schwingungen. Indem die beiden Membranen, die der *fenestra ovalis* und *rotunda*, synchronisch, wie die beiden Felle einer Trommel, hin und her schwingen, wird das zwischen ihnen befindliche Labyrinthwasser mechanisch, d. h. ohne Verdichdungs- und Verdünnungswellen, wie durch eine Stempelbewegung hin und her bewegt, und mit ihm die Säckchen der Ampullen des häutigen Labyrinths. Diese Ansicht wird dadurch unterstützt, dass die Anwesenheit der *fenestra rotunda* nicht abhängig ist von dem Vorhandensein einer Schnecke (z. B. bei den Fröschen), sondern von dem eines Zuleitungsapparates für die Schallschwingungen der Luft durch Trommelfell und Gehörknöchelchen.

Es findet demnach in der Paukenhöhle eine Leitung durch feste Körper und durch eine Membran auf Wasser statt, welche beide intensiv sind. Doch sind beide Leitungen nicht gleich stark, sondern die erstere, durch die Knöchelchen, geschieht intensiver (s. vorher S. 632). Vielleicht können aber ausser der Intensität die durch beide Fenster geleiteten Wellen desselben Tons auch in der Qualität, im Klang, einigermaassen verschieden sein; denn bekanntlich erhält ein und derselbe Ton ein anderes *timbre*, je nachdem er von verschiedenen Körpern resonirt.

Die **Gehörknöchelchen** haben ausser der Bestimmung, den vom Trommelfelle empfangenen Schall nach innen zu leiten (und zwar durch Verdichtungswellen, so dass nicht etwa der ganze Steigbügel dem Labyrinthe genähert und davon entfernt wird), noch die, das Trommelfell je nach der Verschiedenheit des Schalles in verschiedene Zustände von Spannung zu versetzen. Ausserdem scheinen sie noch Nebenzwecke zu haben, theils dem frei ausgespannten Trommelfelle eine Unterstützung zu gewähren und es dadurch vor Zerreissung zu bewahren, theils das Trommelfell in dem Grade anzuspannen, dass die Erschütterungen desselben nach dem Aufhören des einwirkenden Schalles nicht fortdauern und tönend werden, was ohne Zweifel nicht blos bei dem Auffallen der Schallstrahlen, sondern auch schon bei dem Eindringen der Luft in den Gehörgang der Fall sein würde, wenn das Trommelfell bei seiner durch die Trichterform verminderten Elasticität und Spannung keinen Stützpunkt hätte *(Lincke)*.

Ueber die Bestimmung der **Ohrtrompete**, welche überall vorhanden ist, wo sich die Paukenhöhle findet, herrschen sehr viele Meinungen. Einige halten sie für einen Ableitungskanal, theils für die im Innern der Paukenhöhle abgesonderte Flüssigkeit, theils für die übermässigen und zu heftig wirkenden Schallwellen. Andere glauben, dass auch durch sie die Schallstrahlen zur Paukenhöhle fortgepflanzt würden, vorzüglich aber der Schall unserer eigenen Stimme. Nach den Meisten besteht aber ihre Hauptverrichtung noch darin, die Luft der Paukenhöhle mit der äussern in Verbindung zu bringen und dadurch diese, so wie das Trommelfell in den Stand zu setzen, gehörig schwingen zu können. Denn wäre die Paukenhöhle luftdicht verschlossen, so fände die in Schwingungen zu setzende Luft keinen Ausweg, könnte sich nicht ausdehnen und wäre dann nebst dem Trommelfelle unbeweglich. Ferner wird durch die *tuba Eustachii* aber auch die Luft der Trommelhöhle im Gleichgewichte mit der atmosphärischen gehalten und so das Trommelfell zwischen 2 an Beschaffenheit einander gleichen Luftportionen eingeschlossen, so dass es weder in die Paukenhöhle hinein, noch in den Gehörgang hinaus getrieben wird. Ersteres würde der Fall sein, wenn die Luft in der Paukenhöhle mehr verdünnt, letzteres wenn sie mehr verdichtet wäre, als die äussere Luft. Nicht unwahrscheinlich ist auch, dass sie den Klang von seiner dumpfen Resonanz befreit.

Ueber den Nutzen der *cellulae mastoideae* existiren folgende Vermuthungen: sie sollen zur Verstärkung des Schalles dienen, indem dieser von den Wänden derselben verschiedentlich reflectirt wird; nach *Treviranus* verlieren sich in ihnen ungehört alle von dem Trommelfelle ausgehenden Schallschwingungen, die nicht das runde Fenster treffen und welche zurückgeworfen einen Wiederhall verursachen würden; *Verney* und *Wildberg* glauben, dass sie der in der Paukenhöhle befindlichen Luft mehr Raum zur Ausdehnung gestatten, wenn etwa das Trommelfell bei einem starken Schalle dieselbe zu sehr comprimirt.

e. Das **Labyrinth** empfängt die Schallwellen theils aus der Paukenhöhle durch die beiden Fenster, von wo aus sich die Wellen im Labyrinthwasser *(perilympha)* verbreiten, theils durch die Kopfknochen. Diese letztere Zuleitung geschieht von allen Seiten her und leicht, ist aber nur sehr schwach, weil die Mittheilung der Luftwellen an die festen Theile des Kopfes so schwer ist.

1) Das **Labyrinthwasser** hat, da es sich auch bei den im Wasser lebenden Thieren vorfindet, nicht blos den Zweck, die Leitung des Schalles aus der Luft mittels einer gespannten Membran nach festen Körpern hin zu erleichtern, sondern hauptsächlich eine vollkommenere Mittheilung der Schallwellen an die Nervenfasern zu bewerkstelligen. Da diese nämlich von Flüssigkeit durchdrungen sind, so gelangen hier alle Wellen aus dem Wasser an ein gleichartiges Medium, werden also besser auf dieses übergetragen, als auf ein ungleichartiges. Auch dürften die Flüssigkeiten im Labyrinthe

ausserdem noch folgenden Nutzen gewähren: sie schwächen die Schallschwingungen, so dass sie ohne Nachtheil auf die so weiche Pulpa des Gehörnerven fortgepflanzt werden können; sie bewirken, dass der Nerv nicht in unmittelbarer und ganz naher Berührung mit den Knochen ist und mithin auch nicht an den Erschütterungen des Kopfes Antheil nimmt; durch sie wird der Collapsus des Gehörnerven und seiner häutigen Hüllen verhindert, so wie die blosse und für die unmittelbare Einwirkung der Luft zu empfindliche Nervensubstanz geschützt.

2) Die **Wasserleitungen** sind keinen Falls dazu bestimmt (wie *Cotunni* meint), das flüssige Wasser des Labyrinthes bei seinen Schwingungen nach Bedürfnissen abzuleiten; auch sollen sie keine Gefässe enthalten, sondern nach *Müller* nur die Verbindung der Beinhaut und *dura mater* mit der innern Beinhaut des Labyrinthes vermitteln.

3) Die **Ohrkrystalle** dienen ohne Zweifel dazu, die Wellen zum häutigen Labyrinthe zu leiten, welche also, da sie von festen Theilen kommen, intensiver sein müssen, als die aus dem Wasser. *Breschet* vermuthet, dass sie einen unmittelbaren Eindruck auf die Nerven ausüben und dass vielleicht diese Art des Eindrucks die Nervenbüschel lebhafter und schneller in eine Art Orgasmus versetzt, welcher zur Erfüllung ihrer Functionen nothwendig ist. Auch glaubt er, dass sie die Vibrationen der *aquula vitrea auditiva* hemmen, damit der sinnliche Eindruck nicht nur nicht länger dauere, als der äussere Schall, sondern auch ohne allen begleitenden oder nachfolgenden Wiederhall geschehe. Nach *Cagniard Latour* sollen die Ohrsteinchen zur Erleichterung der Kügelchenschwingungen (so genannt, weil sich eine vibrirende Flüssigkeit gleichsam in einzelne Kügelchen zu trennen scheint, zwischen denen leere Zwischenräume bleiben) der *aquula vitrea* dienen; *Lincke* stellt die Vermuthung auf, dass sie in Folge der Vibrationen Figuren zusammensetzen, die den ursprünglichen Tönen entsprechen; damit aber diese Figuren in schneller Succession ihre Gestalt verändern könnten, müssten sie in einer Flüssigkeit schwebend erhalten werden. — Die Ohrsteinchen scheinen wesentliche Hörtheile zu sein, weil ihnen entsprechende Körperchen im Analogon der Schnecke der niedern Wirbelthiere gefunden werden, welche immer häutig ist, wie das übrige Labyrinth.

4) Die **halbzirkelförmigen Kanäle** werden dadurch etwas zur Condensation des Gehörs beitragen, dass dieselbe Welle, welche durch die Schenkel des Kanals im Vorhofe eintritt, mit einem Theile ihres Stosses durch die entgegengesetzten Schenkel zurückgelangt (*Young*). Auch kommt hier wohl die Resonanz der Kopfknochen von den Schwingungen des Labyrinthwassers in Betracht. *Autenrieth* und *Kerner* nehmen an, dass die verschiedenen Kanäle im Stande wären, die Direction des Schalles dem Nerven anzuzeigen. Allein die Direction des Schalles scheint ausser der stärkern Wirkung auf eins der Ohren, und ausser der verschiedenen Stärke des Schalles nach der Direction des Gehörganges und der Concha kein Gegenstand der Empfindung zu sein.

5) Die **Schnecke** scheint nur den Zweck zu haben, die Ausbreitung der Nervenfasern auf einer festen Platte zu vermitteln, welche, obgleich eine ansehnliche Fläche darbietend, doch nur einen kleinen Raum einnimmt, sowohl mit den festen Wänden des Labyrinthes und Kopfes, als mit dem Labyrinthwasser in Berührung steht und sowohl den Vortheil dieser doppelten Leitung, als den Vortheil hat, dass sie begränzt ist. Die Verbindung dieser Platte mit den festen Wänden des Labyrinths macht die Schnecke zum Hören der Schallwellen der festen Theile des Kopfes und der Labyrinthwände fähig (*Weber*). — Nach *E. Weber* ist die Schnecke eine Einrichtung, welche dazu getroffen ist, die dem Labyrinthwasser mitgetheilten Bewegungen des Steigbügels auf den Gehörnerven auf eine andere Art überzutragen, als dies in dem Vestibulum und den Ampullen der Fall ist. Während nämlich die Gehörnerven im Vestibulum und den Ampullen sich in beweglichen, im Labyrinthwasser schwimmenden, häutigen Organen, welche alle Bewegungen des Labyrinthwassers theilen, verbreiten, verbreiten sie sich in der Schnecke an einer gespannten Membran, dem häutigen Theile der *lamina spiralis*, welche so durch das Labyrinthwasser hindurch gespannt ist, dass die Schallschwingungen, welche von der *fenestra ovalis* zur *rotunda* gehen, durch sie hindurchgehen und daher sie und die in ihr verbreiteten Nerven in Bewegung setzen müssen, indem sie von dem Vestibulum zunächst in die *scala vestibuli* gelangen und von hier, durch die *lamina spiralis* hindurch, in die *scala tympani* gehen müssen, um so zur *fenestra rotunda* zu gelangen, da die enge Communication beider *scalae* im *scyphus* wohl nur dazu dient, die Gleichheit des hydrostatischen Druckes in beiden Scalen herbeizuführen und zu erhalten. — *Todd* und *Bowman* beschreiben in der Schnecke einen glatten Muskel (*m. cochlearis*), welcher von der innern Wand des Schneckengehäuses entspringt, da, wo sich die *tunica spiralis* ansetzt, und sich an den convexen Rand der *zonula membranacea* heftet. Diesen Muskel, dessen Function sein soll, die Zonula zu spannen, um zu starke Töne von den Schneckennerven abzuhalten, hält *Kölliker* für ein ligamentöses Gebilde, welches zur Befestigung der Zonula dient.

f. Der **Gehörnerv** empfängt zuletzt die Eindrücke und pflanzt sie auf das Gehirn fort. Wahrscheinlich entstehen im Nerven ebenfalls Schwingungen und bestimmen durch ihre Stärke, Regelmässigkeit und Schnelligkeit die Beschaffenheit der Gehörsemfindung. Das Hören selbst, das wirkliche Wahrnehmen und Erkennen des Tönenden geschieht nach den Gesetzen des Erkennens mittels der Sinne überhaupt (s. S. 625). Die Richtung und Entfernung des Schalles werden nicht gehört, sondern nur durch Urtheil erkannt. Das einfache Hören mit 2 Ohren beruht wahrscheinlich gleichfalls auf einem Urtheile, hervorgegangen aus der vollkommenen Identität der Eindrücke auf beide Ohren. Bei jedem feinen und scharfen Hören tritt die Aufmerksamkeit ins Spiel, durch welche man auch im Stande ist, unter vielen Tönen einen

allein zu unterscheiden. Das feine Gehör beruht auf der genauen Unterscheidung in der rascheren oder langsameren, regelmässigen oder nicht regelmässigen Folge der Stösse, welche den Gehörnerven treffen. Das feine Ohr unterscheidet auch die kleineren Differenzen der Höhe und Tiefe der Töne. Scharf ist dagegen das Gehör, welches kleine Schwingungen noch auffasst, welche entweder durch leise Stösse oder grosse Entfernungen im innern Ohre entstehen. Ein feines und scharfes Gehör sind keineswegs immer vereinigt. Wie auf der Retina Nachbilder, so bleiben auch Nachempfindungen im Gehöre zurück. — Was die subjectiven Empfindungen dieses Sinnes betrifft, so sind dieselben sehr mannichfaltig, sprechen sich durch Ohrenklingen, Brausen, Sausen, Klopfen u. s. w. aus, und können durch die verschiedensten Zustände, welche auf Gehirn, Hörnerven oder Gehörapparat störend einwirken, hervorgerufen werden.

II. Sehorgan, *organon visus.*

Der Apparat, welcher uns zum Sehen dient, ist ein nach den optischen Gesetzen einer *camera obscura* gebautes, sphäroidisches, aus concentrisch in einander geschachtelten Häuten und einem durchsichtigen Kerne bestehendes Organ, der Augapfel, *bulbus oculi* (s. Bd. I. S. 616), welcher zuvörderst aussen eine häutige Kapsel zeigt, die an ihrem hintern grössern Umfange weiss und undurchsichtig *(tunica sclerotica)* ist, und vorn ein rundes, durchsichtiges, etwa $\frac{1}{6}$ des Bulbus und ein kleineres Kugelsegment bildendes Fenster *(tunica cornea)* für die einfallenden Lichtstrahlen hat. Der innern Oberfläche dieser Kapsel zunächst befindet sich eine fast ganz aus Blutgefässen bestehende, dunkle Membran *(tunica choroidea)*, welche sowohl zur Ernährung des gefässarmen innern Auges beiträgt, als auch einen grossen Theil des einfallenden Lichtes absorbirt, nachdem es den lichtempfindenden (Retina) und katoptrischen (Stäbchenschicht) Apparat durchstrahlt hat. An der Innenfläche ihres vordern Theiles bildet die Gefässhaut durch einige 70 leistenförmige, gefässreiche Fortsätze *(processus ciliares)* einen krausenförmigen Ring *(corpus ciliare)* um die Linse; nach aussen von diesen ist die Choroidea durch ein Band *(lig. ciliare)*, welches aber als ein Muskel, der die Choroidea und Retina um den Glaskörper anspannen kann *(mscl. tensor choroideae)*, erkannt worden ist, an die Gränze zwischen Sclerotica und Cornea angeheftet. Von hier hängt hinter der Cornea, vor dem Ciliarkörper und der Linse, eine bewegliche Blendung (Iris) mit einem centralen, enger und weiter werdenden Loche (Pupille) herab, welche den Raum zwischen Cornea und Ciliarkörper in die, mit *humor aqueus* erfüllte, vordere und hintere Augenkammer trennt, welche beide durch die Pupille mit einander communiciren. Die Choroidea mit ihrem Spannmuskel und dieser Blendung zusammen als ein Ganzes betrachtet heisst *tunica uvea*, wegen einer entfernten Aehnlichkeit mit der Hülse einer dunklen Weinbeere, an welcher das Loch für den Stengel der Pupille entsprechen soll *(Brücke)*. Unmittelbar nach innen von der Choroidea, zwischen ihr und der noch weiter nach innen liegenden, auf der hintern convexen Oberfläche des Glaskörpers ausgebreiteten, vom Sehnerven gebildeten und deshalb lichtempfindenden Membran *(tunica nervea)*, befindet sich der katoptrische Apparat des Auges (Stäbchenschicht).

Er besteht aus palisadenförmigen, durchsichtigen, stark lichtbrechenden kleinen Körpern, welche senkrecht und dicht gedrängt auf der äussern Oberfläche der Nervenhaut stehen, so dass das Licht, wenn es von der Nervenhaut her in ein solches Körperchen eingetreten ist, von seinen Wänden reflectirt wird und der Theil, welcher noch einmal auf die Nervenhaut zurückgelangt, wiederum dasselbe Nervenelement treffen muss, durch welches er eingefallen ist *(Brücke)*. Der lichtempfindende und der katoptrische Apparat, welche sich dem anatomischen Messer zunächst als ein Ganzes darstellen, heissen als solches die Netzhaut *(tunica retina)*. Innerhalb der von den genannten 3 Hautschichten gebildeten Höhle ist der Lichtbrechungsapparat verborgen, durch den das von einem deutlich gesehenen Punkte der Aussenwelt ausgehende Licht wieder auf einen Punkt des lichtempfindenden Apparates gesammelt wird. Der dioptrische Apparat des Bulbus, zu dem auch die Cornea gehört, wird hauptsächlich von der in einer glashellen Kapsel *(capsula lentis)* eingeschlossenen, stark biconvexen Sammellinse *(lens crystallina)* gebildet, welche zwischen 2 schwächer brechende Medien eingeschaltet ist. Das vordere derselben ist tropfbar flüssig *(humor aqueus)* und füllt die Augenkammern aus, das hintere (der Glaskörper) liegt in der Höhlung der Retina und besteht aus Flüssigkeit *(vitrina ocularis)*, welche in ein System von Häuten eingeschlossen ist. Diejenige dieser Membranen, welche die Oberfläche bildet, heisst *tunica hyaloidea*, und bildet vorn unter dem Ciliarkörper einen diesem Körper ähnlichen krausenförmigen Ring *(zonula Zinnii)* um die Linse. — Alle organischen Gewebe finden sich im Auge vor und man hat deshalb das Auge eine Wiederholung des ganzen Organismus genannt *(microcosmus in macrocosmo)*. So wird das System der Faserhäute repräsentirt durch die Conjunctiva, das der Gefäss- und Pigmenthäute durch die Choroidea, das der serösen Häute durch die Arachnoidea, Linsenkapsel, Glas- und Wasserhaut; das der Epithelien durch die Linse; Muskelsubstanz findet sich in der Iris und im sogenannten Ciliarbande, Nervenmasse enthält die Retina.

Sclerotica (s. Bd. I. S. 617), der undurchsichtige Theil der Kapsel des Sehorgans, welche nach vorn durch die Cornea begränzt wird, setzt sich nach *Brücke* hinten mit einer Einschnürung in die fibröse Scheide des Sehnerven fort. Da, wo der Sehnerv in die Höhle der Sclerotica eintritt, vereinigt sich das Bindegewebe, welches die einzelnen Fascikeln seiner Fasern einhüllt, mit dem Gewebe der Sclerotica. Dieses letztere besteht aus Bindegewebfasern, die zu einer festen lederartigen Masse zusammengefügt sind; von aussen nach innen wird diese Masse immer dichter und gleichförmiger. An der innern glatten Oberfläche sind, namentlich bei dunklen Augen, in das hier sehr feste Gewebe unregelmässig geformte, mit kolbigen oder strahligen Ausläufern versehene platte Pigmentzellen eingelagert *(lamina fusca)*. Die Gefässe der Sclerotica, Zweige der Ciliar- und Muskelgefässe, bilden ein ziemlich weitmaschiges Netz von Capillaren.

Valentin fand, dass die Sclerotica aus abwechselnden Schichten von Longitudinal- und Transversalfasern (mit Spiralfasern) zusammengesetzt ist, dass ihre Fasern denen in der mittlern Haut der Arterien ähnlich sind und aus sich nicht verästelnden Primitivfäden bestehen. Er beobachtete, dass die Transversalfasern spiralig (in einer Schraubenlinie) mit sehr geringen Elevationen und sehr zahlreichen Wendeln verlaufen, dass aber zwischen diese Schraubenlinie von transversalen Fasern eine Schraubenlinie mit longitudinalen Fasern von steilen Elevationen und sehr wenigen Wendeln dazwischen tritt und die erstere an den mannichfaltigsten Punkten und in verschiedenen Höhen schneidet.

Was die Endigung der Fasern der Sclerotica am Rande der Cornea, wo zwischen beiden Häuten eine zackige Begränzungslinie sichtbar ist, betrifft, so fand *Valentin*, dass sie sich hier schlingenförmig umbiegen und durchaus nicht in die Elementartheile der Cornea oder deren Combinationen ein- und übergehen. Dadurch, dass nun die Schlingenconvolute der Faserbündel (denn immer liegen Haufen solcher Umbiegungsschlingen neben einander und unter einander verwickelt) in verschiedener Ausdehnung hervorragen, und dass andrerseits die Elementartheile der Cornea in die Lücken zwischen den Faserbündeln hineinreichen, entsteht jenes oben erwähnte gezackte Ansehen der Trennungslinie zwischen *sclerotica* und *cornea*. Doch nicht blos am Ende, sondern auch in der Continuität der Sclerotica finden sich solche Endumbiegungsschlingen der Fasern. Da diese hier, wenigstens in Rücksicht ihrer bedeutenden Quantität, nach vorn aufhören, so entsteht die allmälige Verdünnung der Sclerotica von hinten nach vorn. An der Gränze zwischen Sehnervenscheide und Sclerotica fand *Valentin* sowohl Endumbiegungsschlingen, wie fortlaufende, wahrscheinlich aus der Sehnervenscheide kommende Fasern. — *Arnold* vermuthet in Folge seiner mikroskopischen Untersuchungen, dass diese Faserhaut, an welcher die fibrösen Fasern weniger entwickelt hervortreten, hauptsächlich aus verdichtetem und fester gewordenem Zellgewebe bestehe, in welchem er ganz deutlich und bestimmt äusserst feine und gedrängte Netze von Lymphgefässen wahrzunehmen glaubt, die wie mit einer eiweissstoffigen Masse durchzogen zu sein schienen. Ausser den Saugadern (die aber nach neuern Untersuchungen nicht existiren) zeigen sich in ihr dann noch Blutgefässe, die aber weit weniger zahlreich als in der *dura mater* und dem *periosteum* sind; die Ciliargefässe treten in schiefer Richtung durch sie hindurch und geben nur sehr wenige Zweige an sie ab. *A.*, welcher die Gränze zwischen der weit stärkern *sclerotica* und der viel dünnern Sehnervenscheide ganz deutlich und bestimmt fand, beobachtete doch bei vorsichtiger Präparation den Uebergang zahlreicher Fasern aus letzterer in erstere und er bezweifelt deshalb nicht, dass die *sclerotica* eine Fortsetzung der *dura mater* sei, wenn auch die letztere nicht allmälig dicker werdend in erstere übergehe. Der innige Zusammenhang beider Häute im Fötus bestätigt dies. Vorn lässt *A.* die Sclerotica ununterbrochen in die Cornea übergehen (s. bei dieser). — Nach *Henle* besteht die innerste Schicht der Sclerotica aus Fasern, welche nicht in Bündeln vereinigt sind, und durch mannichfache Kreuzung ein Netzwerk darstellen mit bedeutenden Zwischenräumen, welche von fester aber structurloser Membran ausgefüllt scheinen. Sie haben die Dicke und den optischen Charakter der Zellgewebsfibrillen, scheinen aber steifer zu sein, kräuseln sich nicht und lösen sich nicht in Essigsäure; zwischen ihnen liegen Zellenkerne, die auch zum Theil in die Fasern überzugehen scheinen. — Nach *Erdl* besteht die Sclerotica aus 3 Theilen, nämlich aus der innern und einer äussern Hülle des Sehnerven und aus einer häutigen Ausbreitung der 6 Augenmuskeln. — Nach *Pappenheim*, welcher 3 Scheiden am *nerv. opticus* fand, geht die innerste und mittlere dieser Scheiden in die Bildung der siebförmigen Membran über, die sich am hintern Umfange der Sclerotica zum Durchschnitte des Sehnerven befindet. Die äussere Scheide bildet Aufhängebänder des Sehnerven und geht in die Substanz der Sclerotica über, diese aber nicht constituirend, sondern sich nur mit ihr vermischend. Von den Fasern der Augenmuskelsehnen, von denen die Mehrzahl vorwärts gegen die Cornea tritt, konnte er auch mehrere auf der äussern Fläche der *sclerotica* hinterwärts verfolgen (besonders von den *mm. obliqui*); von ihnen hängt die Zunahme der Sclerotica in der Dicke ab.

Die **Hornhaut** (s. Bd. I. S. 619) ist nach *Brücke* bei Erwachsenen in der Mitte um ein weniges dünner als am Rande; beim Fötus aber und beim Neugebornen ist sie in der Mitte sehr dick und verdünnt sich gegen den Rand hin. Von hinten angesehen erscheint ihre von der Sclerotica gebilde Begränzung kreisrund, von vorn gesehen aber ist ihr verticaler Durchmesser etwas kleiner als der horizontale, so dass sich ihre Form hier einer Ellipse mit horizontal liegender grosser Achse annähert. Die Hornhaut besteht aus 4 Schichten und zwar von aussen nach innen: *a)* aus dem äussern Epithelium, einer unmittelbaren Fortsetzung des Epitheliums der Bulbus-Conjunctiva und wie dieses aus geschichteten Pflasterzellen bestehend; *b)* aus der eigentlichen Cornea, einer faserigen Schicht, welche aus glatten, in Bündel geordneten Fasern zusammengesetzt ist; die Bündel durchkreuzen sich in vielfachen Richtungen und bilden so ein geschichtes Mattenwerk von grosser Festigkeit, welches allmälig in das Gewebe der Sclerotica übergeht, so dass es scheint, als ob sich die Faserbündel beider in einander schöben; *c)* aus der Wasserhaut, einer glasartigen, nicht-faserigen Lamelle; und *d)* aus dem innern Epithelium, welches sich auf der vordern Fläche der Iris bis zur Pupille fortsetzt und aus einer Lage von dünnwandigen 6eckigen Pflasterzellen besteht. Nahe der innern Fläche der Cornea bemerkt man zwichen ihr und der Sclerotica einen sie kreisförmig umgebenden Sinus, den sogenannten *canalis Schlemmii*, an dessen innere Wand sich der Spannmuskel der Choroidea setzt. Dieser Kanal (auch *circulus venosus iridis* genannt), welcher wahrscheinlich dem System der *venae ciliares anticae* angehört, ist nach *Brücke* nicht mit dem *circulus venosus Hovii* und noch weniger mit dem *canalis Fontanae* zu verwechseln. Auch sind die beiden letzt-

genannten Kanäle nicht etwa identisch, denn der *canalis Fontanae*, welcher zwischen der Anheftung des Spannmuskels der Choroidea, der Blendung und einem Blatte des Choroideastromas liegt, befindet sich vor dem *circulus venosus Hovii*, beide sind von einander durch den Spannmuskel der Choroidea getrennt; der letztere gehört dem Systeme der *vasa vorticosa* an und ist kein Sinus, wie der *canalis Schlemmii*, sondern ein blosser Kranz von Anastomosen, der durch die zusammengebeugten und vereinigten Aeste der *vasa vorticosa* entstanden ist.

Nach *Pappenheim* besteht die Cornea aus Faserbündeln, die sowohl horizontal von einer Seite zur andern sich begeben und dabei immer sich verästeln und Plexus erzeugen, die aber keineswegs in der Ebene ihres Mutterstammes bleiben, sondern theils höher, theils tiefer in schräger und senkrechter Richtung abgehen; — als auch senkrechte sind, die von innen nach aussen und umgekehrt sich begeben, und wie die horizontalen sich verästeln und in mannichfaltigen Lagen durchkreuzen. Es besteht sonach die Cornea aus Fasernetzen oder Gittern (Partiegitter), die in mehrern horizontalen Lagen über einander vorkommen und einander nach allen Richtungen hin durchsetzen. — Die Nerven der Cornea, welche zuerst *Schlemm* bis an den Rand der Cornea verfolgte, sind von *Pappenheim* von der innern Fläche der Sclerotica aus bis in die Hornhaut verfolgt worden. Sie treten allmälig zwischen die Blätter der Cornea; ihre Bündel liegen meist einfach und bilden Plexus; der Durchmesser der Primitivfasern beträgt 0,0012'''. Beim Schweine fand *P.* 14 Nerven-Stämmchen in die Cornea treten. *Valentin* glaubt bemerkt zu haben, dass die Fäden die Cornea durchbohren und mit den Nerven der Conjunctiva anastomosiren.

Nach *Arnold* haben *cornea* und *sclerotica* zur Grundlage ihrer Bildung ein und dasselbe Gewebe und gehen durch ihre Substanz unmittelbar in einander über, nur sind in dieser die Saugadernetze dicht zusammendrängt, von Blutgefässen, wenn gleich sparsam, durchzogen und wie von geronnenem Eiweissstoffe umgeben; in jener liegen dagegen die Netze der Lymphgefässe loser auf einander, ermangeln im normalen Zustande aller Blutgefässe und sind von einer hellen, wässerigen, wenig Eiweissstoff enthaltenden Flüssigkeit durchdrungen. (Allein in der Cornea existiren, eben so wenig wie in der Sclerotica, Lymphgefässe.)

Valentin sagt von der *cornea:* sie weicht in ihrem Gewebe wesentlich von der Sclerotica ab, und beide sind nur nach Art der Nähte auf innige Weise gegenseitig eingefugt. Auf den ersten Blick scheint die Cornea aus über einander gelegten Blättern zu bestehen, allein mikroskopisch zeigt sich, dass sie aus sich rechtwinkelig kreuzenden Faserbündeln (hauptsächlich transversal verlaufenden), analog der Sclerotica (s. diese), gewebt ist. Die Hornhautfasern sind durchaus hell, durchsichtig und farblos, und bestehen aus äusserst feinen und durchsichtigen Primitivfasern, die durchaus ohne alle Anschwellung und etwas feiner als die der Sclerotica sind. In Wasser werden sie opalartig getrübt und schwellen durch ungleiche Wassereinsaugung so an, dass sie oft eine rosenkranzförmige Seitenbegränzung erhalten oder wie aus Kügelchen zusammengesetzt erscheinen. An der Einfügungsstelle in die Sclerotica bilden die Faserbündel der Cornea ebenfalls End- und Umbiegungsschlingen, welche sich in die Lücken der Sclerotica-Schlingen einschieben. In der Cornea der Vögel fand *V.* Knorpelkörperchen.

Nach *Müller* besteht der wesentliche Unterschied der Cornea und Sclerotica darin, dass die *cornea* beim Kochen die eigenthümliche Substanz der wahren Knorpel (Knorpelleim, *chondrin;* s. S. 135) gibt, dagegen die *sclerotica* Leim der sehnigen Häute (Tischlerleim, *colla;* s. S. 134).

Die **Choroidea** (s. Bd. I. S. 622) besteht vorherrschend aus Blutgefässen; die arteriellen Gefässe sind die *arteriae ciliares posticae breves*, welche nach ihrem Eintritte in die Aderhaut, sich fortwährend gabelförmig theilend, von hinten nach vorn gegen die Ciliarfortsätze verlaufen und sich nach *Brücke* in äussere, innere und vordere theilen. Die äussern Aeste gehen, ohne in Capillaren letzter Ordnung zu zerfallen, in die *venae vorticosae* über und bilden so ein falsches Wundernetz. Die innern Aeste zerfallen in ein dichtes Netz von Capillaren letzter Ordnung, welches den Arterien nach innen zu aufliegend den ganzen Grund des Auges bis zur *ora serrata retinae* auskleidet. Die vordern Aeste treten von dem eben genannten Capillarnetze an, der eine dicht neben dem andern in leichten Schwingungen verlaufend und Aestchen zum Choroideaspanner schickend, in die Wurzeln der Ciliarfortsätze ein und bilden hier Capillarnetze oder vielmehr die Ciliarfortsätze selbst. — Das Venensystem der Choroidea liegt dem Arteriensysteme nach aussen auf und erhält sein Blut: aus den äussern Aesten der *artt. ciliares posticae breves*, aus dem Capillarnetze der Choroidea und aus kleinen Venen der Iris. Nur ein geringer Theil des Blutes aus dem eigenen Capillarnetze der Choroidea wird durch die sehr kleinen *venulae ciliares posticae breves* abgeführt, das meiste sammelt sich in die sogenannten *vasa vorticosa*, welche meistens 6 (auch nur 5 oder 4) in der Gegend des

Aequators des Auges und ziemlich symmetrisch um die Achse vertheilt in die Sclerotica eintreten. Die *vasa vorticosa* werden (nach *Brücke*) gebildet, indem die äussern Aeste der *artt. ciliares breves*, nachdem sie eine kurze Strecke nach vorn gelaufen sind und sich noch einige Male getheilt haben, die Eigenschaften und Namen der Arterien verlierend sich seitlich wenden, einen Bogen beschreiben, dessen Convexität nach vorn gewendet ist, und sich in diesem Verlaufe fortwährend mit einander verbinden, so dass immer weniger und immer grössere Gefässe entstehen und zuletzt die in der Richtung von vorn nach hinten in die Sclerotica eindringende Vene die zusammengefassten Enden aller ihrem *vortex* angehörenden Bögen repräsentirt. Die Gefässbogen der *vortices* nehmen in ihrem Verlaufe Venenstämme aus dem eigenen Capillarnetze der Choroidea auf, und die vorderen derselben ausserdem Venenstämmchen, welche aus der Iris kommen, mit ihren Zuflüssen. Auf diese Weise entstehen auf der Chorioidea zierliche Gefässfiguren, welche das Bild eines Springbrunnens darstellen, der sein Wasser nach allen Seiten hin zerstreut. — Der Spannmuskel der Chorioidea, *m. tensor choroideae (Brücke)*, erscheint als ein grauer Ring (früher *ligamentum ciliare* genannt) auf dem vordern Theile der Chorioidea. Er entspringt von der Chorioidea in der Gegend der Wurzeln der Ciliarfortsätze und heftet sich, indem seine Fasern von hinten nach vorn, neben einander liegend, verlaufen, an die innere Wand des *canalis Schlemmii.* Dieser Muskel spannt die Chorioidea mit der Retina um den Glaskörper an, indem er eine geschlossene Oberfläche verkleinert, welche durch ihn selbst, durch die Cornea und Chorioidea gebildet wird; zugleich hebt er die mit den Ciliarfortsätzen verklebte *zonula Zinnii* etwas nach vorn und vermindert die Spannung derselben in dem Theile, der zwischen der Linse und den Ciliarfortsätzen liegt. — Die Ciliarnerven, aus dem *ganglion ciliare (nn. breves)* und *nerv. nasociliaris (nn. ciliares longi)*, treten, nachdem sie die Sclerotica durchbohrt haben, unter die alleroberflächlichste und lockere Schicht des Stroma der Choroidea, laufen den Gefässen derselben nach aussen zu aufliegend nach vorn und werden nach und nach immer fester in das Gewebe der Chorioidea verstrickt, bis sie sich endlich gabelförmig theilen, um sich in dem Spannmuskel zu verzweigen. Ein kleiner Theil dieser Fasern geht von hier in die Sclerotica unweit von dem Rande der Cornea, um sich in der letztern zu verbreiten; der grössere Theil begibt sich zur Iris. — Das Stroma der Chorioidea (dasjenige Gewebe, welches das Gefässsystem derselben zusammenhält, die Nerven und Muskelfasern einscheidet) besteht nach *Brücke* aus Formelementen, welche vom gewöhnlichen Bindegewebe abweichen. Zur Zeit der Geburt des Kindes sind diese Formelemente ziemlich gleichförmig, sie bestehen nämlich aus runden oder elliptischen, und, wie es scheint, hohlen Kernen, um welche eine eng anschliessende Zellenmembran liegt, die nach zwei oder mehr Richtungen hin in sehr feine, bald gerade, bald geschlängelte Fäden oder vielmehr Röhren ausgezogen ist. Die Fäden, welche von verschiedenen Zellen auslaufen, verwachsen mit einander so, dass nun ein System von feinen Röhren gebildet ist, in welches einzelne Kerne eingeschaltet sind. Gleich nach der Geburt nehmen aber die Ausläufer, welche die Zellenmembranen treiben, nicht mehr überall die Form von Fäden an, sondern es drängt sich in sie eine Flüssigkeit mit braunem, undeutlich körnigem Pigment hinein, das sich zunächst um die Kerne herum ablagert, und bläht sie kolbig auf. Bei einigen Zellen ist dieser Zustand bleibend, bei andern erreichen sich die mit Pigment erfüllten Ausläufer verschiedener Zellen und bilden so förmliche Pigmentnetze mit engeren oder weiteren Maschen. Bei blauäugigen Menschen ist die Pigmentbildung auf die Choroidea beschränkt, bei braunäugigen erstreckt sie sich dagegen auch auf das Stroma des Spannmuskels und der Iris. Dieses Stroma, welches die Arterien und Venen der Chorioidea fest unter einander verbindet, während ihm das Capillargefässnetz nach innen zu frei aufliegt, spaltet sich am Ursprunge des Spannmuskels in zwei Partieen, von welchen die innere sich mit den grossen Gefässen zur Iris hinzieht und in dieselbe übergeht,

die äussere in Gestalt einer Fascie über den Spannmuskel sich ausbreitet. Am vordern Rande des Muskels nimmt diese Fascie wieder einen Theil der Elemente der innern Partie auf und geht mit ihnen in ein starkes Netz von verzweigten kernlosen Fasern über, welches sich an die innere Wand des *canalis Schlemmii* gleichsam als kurze ringförmige Sehne des Spannmuskels anheftet und mit dem freien Rande der glasartigen Lamelle der Cornea ihn nach innen zu umgreifend verwächst. An dem vordern Rande dieses Fasernetzes sind die Fasern des Erweiterers der Pupille angeheftet. — Die innerste Auskleidung der Choroidea, welche das Capillargefässnetz nach innen zu überdeckt, ist eine sehr dünne Schicht structurloser, membranartiger Masse, in die einzelne Kerne eingesprengt sind. Auf dieser liegt nach innen zu eine einfache Schicht von 6eckigen gekernten Zellen, welche in der Weise mit braunem körnigen Pigment erfüllt sind, dass nur in der Mitte, wo der Kern liegt, ein heller Fleck bleibt. Dies ist das *stratum pigmenti*, welches sich von der *ora serrata retinae* an, da, wo das Capillargefässnetz der Choroidea aufhört, verdickt. Auf den Ciliarfortsätzen jedoch ist bei Erwachsenen dieses Stratum verdünnt und fehlt auf den Firsten derselben gänzlich; bei Neugebornen überzieht es die ganzen Ciliarfortsätze gleichmässig. Von der Choroidea und den Ciliarfortsätzen geht die Pigmentschicht auf die hintere Fläche der Iris über *(Brücke)*.

Valentin's Resultate der Untersuchungen der Choroidea sind: diese Haut ist in morphologischer Beziehung als eine Membran anzusehen und die *membrana Ruyschiana* keine gesonderte Haut. Die Sache verhält sich so: immer existirt eine mittlere faserige, mit Gefässen und Nerven durchzogene Schicht, die Substanzlage nämlich, welche sowohl auf ihrer äussern als innern Seite mit Pigmentformationen bedeckt ist. Diese letztern sind nun ihrer extensiven Ausbildung nach durchaus verschieden und die äussere überwiegt bei weitem. Beide Pigmentformationen werden sowohl auf ihrer Oberfläche, als in ihrem Innern von Stämmen und Netzen von Blutgefässen durchsetzt, während die sogenannte *Ruyschiana* nichts weiter ist, als die Aggregation von Blutgefässen der von den Pigmentformationen getrennten Substanzlage. — *a)* Die Substanzlage ist immer eine faserige Haut aus feinen, gleichmässigen, farblosen Zellgewebsfaden gewebt, die in mannichfach sich durchkreuzenden Bündeln einander durchflechten. Diese die Grundlage abgebenden Fäden werden nun von starken, *vortices* bildenden Blutgefässen (welche den Hauptbestandtheil dieser Lage ausmachen) und Ciliarnerven durchsetzt. — *b)* Das Pigment hat hier denselben Charakter, wie in andern Theilen, d. h. um einen runden, hellen, durchsichtigen und farblosen *nucleus* oder um ein Pigmentbläschen liegen die Pigmentmolecule dicht an einander gedrängt. Diese aus dem Pigmentbläschen und den umliegenden Pigmentkörnern bestehenden Pigmenthaufen sind flächenartig ausgebreitet und bilden ungleiche Fünf- oder Sechsecke, die, wie die Pflanzenzellen (und dem Pflasterepithelium ähnlich), neben einander liegen. Diese Pigmentlagen befinden sich nun aber nicht blos an den Aussenflächen der Choroidea, sondern setzen sich auch ins Innere fort und bilden hier Netze. Die vorzüglichsten und am meisten haftenden Pigmentnetze und Pigmenthaufen liegen auf den Gefässen. — An der Eintrittsstelle des Sehnerven hören alle Schichten der Choroidea scharf begränzt auf.

Nach *Michaelis* besteht die Choroidea aus 3 Schichten: *a)* aus einer dicken Haut, worin die Gefässe verlaufen; *b)* aus einer feinen durchsichtigen Membran nach innen; *c)* aus der Pigmenthaut. Die platten Pigmentzellen oder Pigmentbüchsen sind 6eckig und enthalten Pigmentkügelchen von $^1/_{2000}$—$^1/_{1000}$'''. Die äussere Fläche der 2. Schicht zeigt da, wo sie an der Haut anhängt, kleine Oeffnungen, an welchen meist kurze abgerissene Fäden hängen, die *M.* für pigmentführende Gefässe hält. An der innern Fläche sieht man gleichfalls Oeffnungen, welche sich wie kleine flache Erhöhungen mit einer feinen Oeffnung im Mittelpunkte darstellen. Endlich will *M.* an der äussern Fläche der leeren Pigmentbläschen eine Oeffnung gesehen haben, welche von einem nach dem Innern des Bläschens ragenden Wulst umgeben ist.

Da viele ältere Anatomen mit *Keppler* vermutheten, dass durch das *corpus ciliare* Bewegungen der Krystalllinse hervorgebracht würden, so glaubten sie in ihm Muskelfasern finden zu müssen, ja nannten es selbst den *musculus ciliaris (Porterfield* und *Knox)*. Allein es zeigt sich unter dem Mikroskope, dass dieser Körper rein vasculöser Natur ist und viele Anatomen konnten Nerven weder in ihm, noch in der Aderhaut entdecken. — Die Blutgefässe, welche in der Choroidea ein sehr enges und dichtes Netz bilden, nehmen da, wo der Strahlenkörper beginnt, einen ganz andern Charakter an. Sie laufen nämlich nach *Arnold* anfangs gerade, parallel und dicht neben einander, gehen nur hier und da in einander über und bilden keine Netze; gegen die Ciliarfortsätze hin aber theilen sie sich wieder mehrfach, fliessen öfters in einander über und bilden in diesen beträchtliche Büschel. Meistens über 12 Gefässstämmchen treten in einen einzelnen Ciliarfortsatz ein, machen hier, verschiedenartig und vielfach gewunden, Beugungen, so dass sie sich immer wieder gegen die Stämmchen umbiegen und in andere von ähnlicher Beschaffenheit überfliessen, und ein solches Verhalten zeigen sie bis zu den Spitzen der Ciliarfortsätze. Die Anordnung der Gefässe in diesen Theilen hat einige Aehnlichkeit mit der in den Falten und Zotten der Schleimhaut des Darmkanals.

Pappenheim nimmt an der Choroidea 3 Schichten an: die äussere und innere Pigmenthaut und die mittlere Gefässlage. Die äussere Pigmenthaut ist mit der

tunica fusca und *tunica arachnoidea* identisch, hängt vorn fester an der Choroidea, hinten mehr an der Sclerotica an, und besteht aus verästelten Pigmentfasern und Pigmentkörnern. — Die innere Pigmenthaut besteht aus Pigmentbläschen mit Fortsätzen, welche den Elementen der *Jacob*'schen Haut als Scheide dienen. Die isolirten Pigmentkugeln sind ganz blass und eben so die in ihnen enthaltenen Kügelchen, während die dunklen Kügelchen nur äusserlich aufsitzen. — Die mittlere Gefässlage besteht aus Zellgewebsfasern, welche der Hauptmasse nach longitudinelle sind, sich zu Plexus verbinden und in mehreren Höhen liegen. Vorzugsweise wird nun aber diese Lage aus Blutgefässen gebildet, die nach der innern Oberfläche hin in Zöttchen hervorragen; die feinsten Blutgefässmaschen haben einen trapezoidischen Charakter; die Nerven gehen nicht blos durch diese und die Faserplexus hindurch, sondern geben auch einzelne Zweige ab, welche sich in der Substanzlage verästeln. Da die Aderhautfasern sich unmittelbar in die Fasern des *corpus ciliare* fortsetzen, diese letzteren aber unwillkührlichen Muskelfasern gleichen, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass auch die ersteren nicht blosses Zellgewebe sind. — Am Eintritte des Sehnerven endet die Choroidea stumpf, ist jedoch durch sehnige Fäden bandartig an die Sclerotica geheftet.

Hueck fand bei seinen Untersuchungen der Choroidea und Iris das Verhalten derselben, wie folgt. Die *lamina fusca* wird da, wo an der Innenfläche der Choroidea die *ora serrata retinae* anliegt, etwas dichter und geht in der Richtung von hinten nach vorn von der Sclerotica zur Choroidea hinüber (hinterer Theil des *lig. ciliare*), dann aber unter einem stumpfen Winkel wieder schräg von innen nach aussen zur Sclerotica bis zur Verbindungsstelle der Cornea mit der Sclerotica (vorderer Theil des *lig. ciliare*). So wird durch diese Verbindung, welche *H.* das *ligamentum ciliare* nennt, ein stumpfwinkeliger 3eckiger Raum *(canalis Fontanae posterior)* begränzt, dessen stumpfer Winkel an der Choroidea, die beiden spitzen Winkel nach vorn und hinten gerichtet sind und an der Sclerotica anliegen. — Die Aussenfläche der Choroidea erscheint an der Anheftungsstelle des *lig. ciliare* (am stumpfen Winkel) etwas erhaben, weniger schwarz, und mehr bräunlich und mit einem flockigen schmalen Saume versehen. Vor diesem Saume wird sie von einer weisslich gelblichen, gallertartigen, dem Zellgewebe ähnlichen Masse in der Breite von etwa 0,8''' überzogen. Dieses ist der *orbiculus ciliaris*, der Strahlenkreis, welcher demnach hinten an den erwähnten Saum der Choroidea, vorn an den scharfen Rand der Cornea stösst und hier (dicht vor dem *circulus venosus iridis*) mit der Wasserhaut in unmittelbarer Verbindung steht, nach innen an das *corpus ciliare* gränzt und nach aussen gegen den vordern Theil des *lig. ciliare* sieht, doch ohne sich an diesen anzulegen, so dass also ein Zwischenraum *(canalis Fontanae medius)* bleibt. — Die Anheftung der Iris wird vor dem *orbiculus ciliaris* auf eine ganz besondere Weise und ganz unabhängig von dem *orbiculus* selbst bewerkstelligt. Es treten nämlich vom äussern Rande der Iris (welcher nach hinten mit dem *corpus ciliare* zusammenhängt) zarte durchsichtige Fasern zum Hornhautrande, wo sie dicht vor dem *circulus venosus* in die Wasserhaut übergehen, so dass also von diesen Fasern ringsum ein Kranz *(lig. pectinatum iridis s. processus iridis peripherici* nach *Pappenheim)* gebildet wird. Man sieht frei zwischen den Fasern hindurch in einen 3eckigen Kanal *(canalis Fontanae anterior)*, der nun hinter dem *lig. pectinatum iridis*, nach innen vom *orbiculus ciliaris* und nach aussen vom Vordertheile des *corpus ciliare*, nach innen hinter dem *circulus venosus* und vor dem *canalis Fontanae medius* liegt und mittels der Zwischenräume zwischen den durchsichtigen Fasern mit der vordern Augenkammer communicirt. Das *lig. pectinatum iridis* bildet nun aber nicht die alleinige Verbindung, sondern man sieht unter dessen Fasern kürzere in derselben Richtung vom *orbiculus ciliaris* zur Aussenfläche des *corpus ciliare* hinübergehen. Diese Fasern gehen unmittelbar von der Innenfläche der Wasserhaut aus und heften sich an ein den Irisrand umgebendes Netzwerk, unter welchem die Ciliarnervengeflechte verschwinden. — *Corpus ciliare* ist der vordere verdickte Theil der Choroidea vor ihrem Uebergange in die Iris. Es reicht von der *ora serrata retinae* bis zum äussern Rande der Iris, ist an der Schläfenseite 1,3''', an der Nasenseite 0,9''' breit, gränzt mit der äussern Fläche an das *lig. ciliare*, den *orbiculus ciliaris* und *canalis Fontanae anterior*, während seine innere Fläche von Pigment überzogen ist und sich an die Falten der *zonula ciliaris* anheftet. Im hintern Theile des Strahlenkörpers verlaufen die Gefässe, welche in der Choroidea ein unregelmässiges Netz bilden, regelmässig, strahlig, parallel neben einander von hinten nach vorn. Es erhebt sich hier diese Innenfläche in schmalen Leisten oder Streifen, welche nur wenig über die Oberfläche hervorragen und von denen 2 bis 4 etwa in der Mitte des Strahlenkörpers in einen *processus ciliaris*, Strahlenleiste, ausgehen, die mit der einen scharfen Kante an die Innenfläche des *corpus* angeheftet ist, mit der andern sich zwischen die Falten der *zonula* einsenkt, nach vorn zu breiter wird und abgerundet endigt. Solcher Leisten ragen 70 auf diese Weise an der Innenfläche des *corpus ciliare* hervor. Zwischen ihnen sieht man nach Entfernung des Pigments die Gefässe wie am hintern Theile des Strahlenkörpers verlaufen, ausserdem aber auch quer laufende und in Netze vereinigte Fibern (musculöse?). Dieser vordere Theil des *corpus ciliare* ist überhaupt dichter, fester und dicker als der hintere, und wird aussen von dem Geflechte von Ciliarnerven und über diesem vom *orbiculus ciliaris* bedeckt. — *Processus ciliares*, die Strahlenleisten (70), sind von ihrem spitzen Anfange bis zu ihrem abgerundeten, frei in die hintere Augenkammer bis zur *uvea* reichenden Ende durchaus flach, membranös, bestehen nur aus einem Blutgefässnetze und sind von einer Pigmentschicht überzogen. Der innere Rand ist zwischen die Falten der *zonula* eingesenkt, erreicht aber den Rand der Linsenkapsel nicht, sondern ist von ihr durch einen kleinen (0,3'''—0,35''' haltenden) Zwischenraum getrennt.

Die Iris, Blendung (s. Bd. I. S. 626), ist ein Theil der *tunica uvea* (s. S. 637) und gleicht so ziemlich der Chorioidea; ihr Bau ist nach *Brücke* der folgende. Ihre **Arterien** sind theils die letzten Reste der *artt. ciliares posticae breves*, welche in den Ciliarfortsätzen nicht zu Capillaren verbraucht

sind, theils die beiden *artt. ciliares posticae longae* (aus der *art. ophthalmica*) und die *artt. ciliares anticae* (Zweige der *artt. musculares*, *lacrymalis* und *supraorbitalis*). Die *artt. ciliares posticae longae* (eine *externa* und eine *interna*) verlaufen, nachdem sie die Sclerotica durchbohrt haben, zwischen dieser und der Choroidea nach vorn zum Spannmuskel und spalten sich in 2 Hauptäste, welche sich nach entgegengesetzten Seiten wenden und durch zahlreiche anastomosirende Nebenäste einen Kranz *(circulus arteriosus iridis major)* bilden; sie durchbohren hierbei den Spannmuskel und geben Aeste an denselben ab. Die *artt. ciliares anticae* sind kleine Aeste, welche die Sclerotica im Umkreise der Cornea durchbohren und zunächst in den Spannmuskel eintreten, dem sie Aeste abgeben. Sie gehen theils in den *circulus arteriosus iridis major* ein, theils über denselben fort und treten in die Blendung ein, in der sie geschlängelt nach dem Pupillarrande hin verlaufen. Denselben Verlauf haben in der Iris auch die Arterienäste, welche aus dem *circulus major* hervorgehen und diejenigen, welche von den Ciliarfortsätzen herkommen. Auf diesem Wege zerfallen die Arterien theils in wirkliche Haargefässe, theils in feine aber noch nicht capillare Aeste, welche am Pupillarrande in Venen umbiegen. Ehe sie aber diesen Rand erreichen bilden sie in einiger Entfernung von demselben durch quere anastomosirende Aeste einen unregelmässigen Kranz, den *circulus arteriosus iridis minor*. — Die Venen der Iris verlaufen im Allgemeinen radial und durch häufige quere Anastomosen verbunden vom innern zum äussern Rande derselben und zerfallen nach ihrem weitern Verlauf in 3 Abtheilungen. Die am meisten nach innen liegenden Venen gehen in das System der *vasa vorticosa* ein; die andern sammeln sich in 2 *venae ciliares posticae longae*, welche neben den Arterien gleiches Namens verlaufen; die übrigen gehen in den *canalis Schlemmii* ein, aus welchem sie, die Sclerotica durchbohrend, als *venae ciliares anticae* wieder hervorgehen. — Die Muskeln der Iris sind: der Verengerer der Pupille, *m. sphincter s. contractor pupillae*, welcher in Form eines Ringes von etwa $1/4'''$ Breite die Pupille umgibt und in der Weise in das Stroma der Iris eingelagert ist, dass die Hauptmasse der zum Pupillarrande verlaufenden Gefässe und Nerven vor ihm liegt, während er nach hinten zu von der Pigmentschicht bedeckt ist. Seine Fasern liegen in concentrischen Ringen und verengern deshalb bei ihrer Zusammenziehung die Pupille. *Köllicker* fand in der Gegend des *annulus iridis minor* noch einen ganz schmalen, aber der vordern Irisfläche näher liegenden Muskelring von nur $1/40'''$ Breite. Der Erweiterer der Pupille, *m. dilatator pupillae*, entspringt an der innern Fläche der glasartigen Lamelle der Cornea nahe dem Rande derselben; seine Fasern lassen die grossen Gefässe und Nerven der Iris zwischen sich durchtreten und verlaufen dann hinter denselben zum Pupillarrande, bis sie sich in den Sphincter verlieren. *Köllicker* fand, dass dieser Muskel, aus vielen schmalen, nicht zu einer zusammenhängenden Haut vereinigten Bündeln besteht, die jedes für sich ohne zu anastomosiren zwischen den Gefässen nach innen verlaufen und endlich an den Rand des Sphincters sich inseriren. Er konnte denselben nicht bis zur Glaslamelle verfolgen, ihm scheint er in der Substanz der Iris am Ciliarrande zu beginnen. Die Elemente dieser Irismuskeln sind glatte Muskelfasern. — Die Nerven der Iris, *nervi ciliares*, treten von der Choroidea aus mit den Gefässen zwischen den Bündeln des Erweiterers der Pupille hindurch, diesem Muskel Fäden abgebend, und verlaufen auf der vordern Fläche der Iris bis zum *circulus arteriosus iridis minor*, wo sie Bögen bilden, aus denen Fasern für den Sphincter der Pupille hervorgehen. — Das Stroma der Iris ist dasselbe, welches auch der Chorioidea zukommt; die verschiedenen Färbungen der Blendung hängen von der grössern oder geringern Masse und von der mehr oder weniger gleichmässigen Vertheilung des braunen Pigmentes ab. Da beim Neugebornen das Pigment in der Choroidea schon vollständig vorhanden ist, das Stroma der Iris aber noch kein Pigment hat, so werden alle Kinder mit blauen Augen geboren; entwickelt sich auch später kein Pigment im Stroma der Blendung, so bleiben die Augen

blau und werden nur heller in dem Maasse, als die Gewebe der Iris an Zartheit und Durchsichtigkeit verlieren. Entwickelt sich nur wenig und zerstreutes Pigment, so werden die Augen hell graubraun, bei stärkerer Pigmententwickelung werden sie nussbraun und endlich tief dunkelbraun. Häufig ist auch das Pigment nur um die Pupille herum oder in zerstreute Flecken abgelagert; bei den Albinos fehlt das Pigment nicht nur im Stroma der ganzen Uvea, sondern auch in der innern Auskleidung, obgleich die Zellen, welche letztere zusammensetzen, vollständig vorhanden sind. *(Brücke.)*

Weber glaubt, dass die Iris aus einem Gewirre mannichfaltig verwobener reizbarer Fasern ohne bestimmte Richtung bestehe und dass durch ihre Nerven bewirkt werden könne, dass die Zusammenziehung in dem einen Falle am äussern Rande, in einem andern am innern Rande ihren Anfang nehme.

Arnold konnte nur Zellgewebe, Gefässe und Nerven in der Iris erkennen; das Zellgewebe ist grösstentheils ziemlich dünn, locker, schwammig und bildet an mehreren Punkten der vordern Fläche grössere und kleinere Maschen; an dem innern Rande sammelt es sich an, drängt sich zusammen, wird dichter und gestaltet sich zu einem vollkommenen wulstigen Ringe um, der den Pupillarrand bildet. Findet in diesem Ringe eine Contraction statt, so muss Verengerung der Pupille entstehen, dahingegen dieselbe erweitert wird, wenn sich der übrige zellgewebige Theil der Iris zusammenzieht. Den Gefässen schreibt *Arnold* nur in so fern einen Antheil an den Veränderungen der Pupille zu, als sie Contractionsvermögen besitzen und sich eben so wie das Zellgewebe zusammenzuziehen im Stande sind. Dagegen haben viele Physiologen in ihnen den nächsten Grund der Iris-Bewegung auffinden wollen, indem sie entweder, wie *Haller*, durch den vom Lichtreiz hervorgerufenen, stärkeren oder geringeren Andrang des Blutes, oder, wie *Hildebrandt*, durch die blosse Verlängerung der Gefässe mit gleichzeitiger Verkleinerung des Durchmessers, die Verengerung der Pupille zu erklären suchten.

Nach *Valentin* ist die Iris ihrem Wesen nach eine aus nicht quergestreiften Muskelfasern bestehende Membran, deren Musculatur primär aus Longitudinal- und secundär aus Transversalbündeln zusammengesetzt wird. Zwischen den Netzen der Muskelfaserbündel bleiben zahlreiche Maschen frei, welche durch die Netze der Zellgewebsfaserbündel und der Blutgefässe, sowie durch die Stämme und Plexus der Nerven ausgefüllt werden. Alle diese Theile machen die Substanzlage aus. Diese aber wird an ihrer hinteren Fläche von sehr reichlichem und dichtem Pigment bekleidet. An der Vorderfläche findet sich ebenfalls Pigment, doch zerstreut und isolirt, in einzelnen Häufchen, welche nicht nur der Aussenfläche der Iris fest anhaften, sondern sich auch in das Innere fortsetzen und hier Netze bilden. Alle in der vordern und hintern Augenkammer frei liegenden Theile der Iris werden von einem *epithelium simplex* überzogen, welches an der Substanzlage sehr fest haftet. An allen übrigen Stellen der Iris liegt das Pigment frei zu Tage.

Pappenheim fand auf der vordern Fläche der Iris Epitheliumzellen, die nur ausnahmsweise aus Pigmentkörnchen (die mehr in der Tiefe liegen) umringt sind und an die Wasserhaut stossen. Die hintere Fläche *(uvea)* besteht aus Pigmentzellen mit Kernen und kleinkörnigem Inhalte, äusserlich von dunklen Molecularkügelchen überzogen. Das Pigment ist pflasterähnlich ausgebreitet und in Gruppen, welche der Anordnung der Blutgefässe entsprechen, wodurch sich dieses Pigment von der Oberhaut unterscheidet. Ein Epithelium auf der *uvea* fand *P.* nicht, wohl aber, dass die Pigmentzellen in mehrern Schichten über einander liegen, deren oberste ein durchsichtiges Blatt ist, von der Farblosigkeit und dem Glanze der Wasserhaut, scheinbar structurlos, genau besehen aber von langgezogenem Pflasterepithelium am Rande bedeckt. Sie selbst besteht aus pflasterförmigen Zellen, die jedoch nur junges Pigment sind, ohne die dunklen Körner. Zwischen den Pigmentzellen (hinten) und Epithelzellen (vorn) liegt die Faserschicht, welche aus longitudinellen und transversalen Muskelfasern (organischen, mit Kernen besetzten) besteht, die mit einander plexusartig verbunden in zahlreichen Bündeln und Schichten beisammen liegen. Zwischen den Muskelfasern trifft man noch Zellgewebsfasern, Gefässe und Nerven.

Die Retina (s. Bd. I. S. 630), welche im lebenden Körper vollkommen durchsichtig und glashell ist, endigt nach *Brücke* vorne an der Nasenseite in einer Entfernung von etwa 6, an der Schläfenseite in einer Entfernung von etwa 7 Millimeter von der Gränze zwischen Choroidea und Blendung mit einem gezackten Rande *(ora serrata retinae)*, dessen Ausbuchtungen den Ciliarfortsätzen und dessen Vorsprünge den Zwischenräumen zwischen diesen Fortsätzen entsprechen. Die Retina besteht (nach *Brücke)* aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen, nämlich aus der lichtempfindenden Nervea und der Stäbchenschicht, dem katoptrischen Apparate des Auges; erstere liegt weiter nach innen gegen den Glaskörper gewendet, letztere nach aussen an der Choroidea. — Die *tunica nervea* ist die Ausbreitung der Fäden des *nerv. opticus;* da diese Fasern nach und nach auf einen immer grösseren Umkreis vertheilt werden, so ist die Nervea unmittelbar am Sehnerven am dicksten und verdünnt sich allmälig gegen die *ora serrata* hin. Auf der Nervenhaut liegt zunächst nach aussen eine Schicht von durchsichtigen, kugelrunden,

gekernten **Gehirnzellen**, welche in ein Stroma von zarten, den Bindegewebsfasern ähnlichen Fasern eingebettet sind. Die letzte und äusserste Schicht der Nervenhaut ist eine **Körnerschicht** (**Nuclearformation**), welche aus unregelmässigen rundlichen Körperchen von 0,006—0,008 Mm. Dm. besteht, in deren Mitte man meistens einen dunklen Punkt wahrnimmt. Am hintern Pole des Bulbus sind die Körner schön gelb gefärbt und bilden die *macula flava s. lutea retinae*. (Die *plica transversa* und das *foramen centrale retinae* als im Leben schon existirend anzusehen, hat man keinen Grund.) Nach innen zu ist die Nervea von einer glashellen Membran *(membrana limitans* nach *Pacini*, die **Glashaut der Retina** nach *Henle)* überzogen, auf der durch Essigsäure Umrisse von 6eckigen Zellen sichtbar werden. Sie setzt sich über die *ora serrata* hinaus fort, überzieht die Ciliarfortsätze und die hintere Fläche der Blendung. Auf letzterer liegt sie unmittelbar auf dem Pigmente, von Choroidea und Ciliarfortsätzen ist sie aber durch eine Schicht rundlicher gekernter Zellen getrennt, welche Einige als Fortsetzung der Nervea ansehen. Die Nervenhaut hat ihr eigenes Gefässsystem, welches sich zwischen der Glashaut und den Sehnervenfasern ausbreitet und aus den Zweigen der *art.* und *ven. centralis retinae* besteht. — Die **Stäbchenschicht**, *stratum bacillosum* (s. Bd. I. S. 631), wird aus sehr stark lichtbrechenden Palisaden, von 0,027—0,030 Mm. Länge und 0,0018 Mm. Dicke, gebildet, welche dicht gedrängt neben einander und senkrecht auf der Oberfläche der Nervea stehen, deren Körnerschicht sie mit ihrem innern abgestumpften Ende berühren, während sie mit ihrem äusseren, in einer kurzen Strecke konisch zugespitzten Ende in Vertiefungen der Choroidea stecken. In ganz regelmässigen Abständen finden sich stärkere Palisaden, welche zum Unterschiede von den gewöhnlichen **stabförmigen Körpern** *(bacilli)* den Namen der **Zapfen**, **Zwillingszapfen** *(coni)*, erhalten haben. — Ueber die **Endigung** der Retina herrschten früher sehr verschiedene Ansichten.

a) *Schneider* wies zuerst nach, dass die Retina am äussern Rande des Ciliarkörpers zwischen dem *corpus ciliare* und dem Strahlenblättchen ununterbrochen gegen die Achse des Auges zur Linsenkapsel fortgeht und sich daselbst, nahe am grössten Umfange frei und ohne Befestigung endigt. *Fränzel* und *Weber* halten dagegen das, was *Schneider* als dünnes, auf der *zonula* liegendes, Markblättchen der Retina ansah, für eine Fortsetzung der Jacob'schen Haut. — *b)* *Huschke* fand, dass die Retina nicht blos bis zur Linsenkapsel hinreichte, sondern sich auch um die Enden aller Ciliarfortsätze herumschlug, deren vordere Ränder überzog und am Anfange der Uvea spurlos verschwand. Da, wo die Retina unter dem Ciliarkörper liegt, erhebt sie sich nach *H.* wie die Choroidea ebenfalls in Streifen und Fältchen, so dass wir auch ein *corpus ciliare retinae* annehmen und dessen hintern Rand *ora serrata retinae* nennen können. Welche von den Schichten der Retina, ob blos eine einzelne oder einige oder aber alle unter dem Ciliarkörper der Choroidea weglaufen, ist nicht mit Gewissheit zu bestimmen, doch ist am wahrscheinlichsten, dass sich die ganze Nervenhaut zur Linsenkapsel fortsetzt, weil überhaupt eine Trennung der Retina in Schichten unnatürlich ist. *Wagner* sah in den Fältchen der *retina* dieselben Nervenkügelchen, wie im hinteren Theile derselben, nur waren sie zerstreuter ($^1/_{300}$''' im Dm. und Linsen ähnlich) und das Bildungsgewebe bei weitem reichlicher. — *c)* Nach *Krause* erstreckt sich die **Gefässschicht** als **Strahlenhäutchen**, welches mit concentrisch gegen die Augenachse strahlenden, niedrigen Falten versehen ist, hinter den Ciliarfortsätzen hinweg bis vor den Rand der Linsenkapsel und verwächst mit der vordern Wand derselben. Die Endigung der **Markschicht** liegt auf den vordern Rändern der Falten des Strahlenblättchens in der Gestalt weisslicher, länglicher, gezackter Flocken, *flocculi retinae s. margo flocculosus s. undulato-dentatus retinae*, welche nicht ganz bis zum Rande der Linsenkapsel reichen, hinter den Ciliarfortsäten aber $^1/_{10}$—$^1/_5$''' weit frei in die hintere Augenkammer hineinragen. — *d)* Nach *Arnold* zeigt die Netzhaut einen ähnlichen Verlauf wie die Choroidea, indem auch sie an der vordern Gegend des Augapfels gegen die Mitte desselben tritt und in der Nähe der Linsenkapsel aufhört. Diesen vordern Theil, welcher sehr fein und durchsichtig ist und nach innen etwas an Masse zunimmt, nennt *A.* wegen seiner innigen Verbindung mit dem *corpus ciliare* und der *zonula ciliaris* den **Ciliartheil der Retina** und bemerkt an ihm dieselbe markige (Nervenkügelchen) Beschaffenheit, wie an der übrigen Netzhaut, ja es schien ihm, als ob die Zell- oder Gefässschicht fehle. Da nun der Ciliarkörper und das Strahlenblättchen mit ihren Vertiefungen und Erhabenheiten gegenseitig in einander greifen, der Ciliartheil der Retina aber zwischen beiden mitten inne liegt, so muss dieser auch genau die Fortsätze und Furchen beider überkleiden und an seinem Ende dieselbe Anordnung darbieten, wie der Strahlenkörper. — *e)* Nach **Valentin** reicht die Retina zwischen *zonula Zinnii* und *corpus ciliare* bis zum Linsenrande. Hinter dem Ciliarkörper besitzt sie wie diese Erhabenheiten und Vertiefungen, schlägt sich über diese noch eine kleine Strecke nach vorn zur Linsenkapsel und endigt hier mit aufgewulstetem und scharf begränztem, isolirtem Rande. — *f)* Nach *Langenbeck* verbindet sich die Retina vorn sehr fest mit dem Ciliarkörper und

zwar mittels eines dichten Zellgewebes. Am Ciliarkörper selbst befindet sich ein verdünnter Theil der Retina, der da aufhört, wo die *uvea* aus dem *orbiculus ciliaris* hervorgeht und die Ciliarfortsätze ihre mit der Choroidea gemeinschaftliche Ebene verlassen. An diesem Ciliartheile der Retina fehlt die aus Nervenkügelchen bestehende Rindenschicht, sowie ein Theil der varikösen Fäden. Ein Theil der letztern dringt aber bis an das äusserste Ende der Retina, sie werden aber feiner und verlieren ihre Varicositäten. Ausserdem findet sich am Ciliartheile der Retina noch eine Fortsetzung der Gefässschicht. — *g)* Nach *Michaelis* geht die Retina nur bis zur *zonula* und diese greift in einem rundzackigen Rande von aussen über die Retina, die sich unter dieser Bedeckung erst anfängt zu verdünnen.

Die **Krystall-Linse** (s. Bd. I. S. 639) stellt nach *Brücke* einen biconvexen in der Jugend farblos durchsichtigen, im Alter weingelben Körper dar, dessen Achse mit der Sehachse zusammenfällt. Sie besteht aus glashellen Fasern mit 6eckigem Querschnitt, welche Schichten bilden, die an der Oberfläche derselben parallel verlaufen, sich aber um so mehr der Kugelform nähern, je tiefer sie liegen, und dabei so in einander geschachtelt sind, dass eine Oberfläche, welche man sich durch die grössten Kreise aller Schichten gelegt denkt, nach vorne concav und nach hinten convex sein würde. Die breitesten Fasern gehören den oberflächlichsten, die schmalsten den tiefsten Schichten (dem Kern) an. Der Verlauf, welchen die Fasern in den einzelnen Schichten nehmen, ist sehr complicirt und vielfachen Veränderungen unterworfen. Den grössten Kreis jeder Schicht passiren alle Fasern derselben so, dass sie ihn senkrecht schneiden, auf der vordern und hintern Hemisphäre aber krümmen sie sich zu Curvensystemen zusammen, welche mit ihren Scheiteln gegen die Pole hin gerichtet sind. Denkt man sich die Scheitelpunkte aller Curven verbunden, so bilden die Verbindungslinien auf jeder der beiden Oberflächen einen verzweigten Stern, der gewöhnlich mit 3 ungleich langen Hauptästen vom Pole als Centrum ausgeht und gegen 12 peripherische Endäste hat. Die Curvensysteme bezeichnet man als *vortices lentis* und unterscheidet sie in *vortices primitivi*, *secundarii etc.*, je nachdem sie einem der Haupt- oder der Nebenäste des Sterns angehören. Je weiter man in die Tiefe dringt, um so mehr vereinfacht sich der Stern, und endlich in den tiefsten Schichten existiren auf jeder Hemisphäre nur noch die 3 vom Pol ausgehenden Hauptäste, welche unter einander Winkel von 120° machen, und am grössten Kreise der Schicht angelangt in demselben von denen der andern Hemisphäre um 60° entfernt sind. — Ganz auf der Oberfläche der Linse, dicht unter der Kapsel, findet sich eine Schicht (d. i. der *liquor Morgagnii*) von noch unzusammenhängenden, runden, gekernten, sehr durchsichtigen Zellen (Linsenzellen) von verschiedener Grösse. Diese sind das geformte Bildungsmaterial für die neuen Linsenfasern, welche durch Auflagerung auf die alten das Wachsthum der Linse bedingen. (Dieses Wachsthums wegen erscheinen die Sterne beim Neugebornen einfacher, als bei Erwachsenen, nur aus den 3 Hauptästen bestehend.) Auch an den meist noch defecten, Lücken darstellenden Scheiteln der Fasercurven sind in den äussern Faserschichten noch Linsenzellen angehäuft, welche polygonal gegen einander abgeplattet und nur locker mit einander verbunden sind. — Die **Linsenkapsel** wird von der Linse und dem *liquor Morgagnii* vollständig und straff ausgefüllt; sie ist glashell und structurlos; ihre vordere Wand ist an der äussern freien, vom *humor aqueus* bespülten Fläche mit einem Epithelium bekleidet, ihre hintere Wand ist mit der Hyaloidea verwachsen.

a. Die ältesten Anatomen und neuerlich auch *Sömmerring* betrachten die Linse als einen durch Juxtaposition von aussen entstandenen festweichen Körper, der von einer schon im Leben allmälig verhärteten, von der Kapsel secernirten Feuchtigkeit *(liquor Morgagni)* gebildet ist.

b. Nach *Arnold* wird die Linse durch eine unzählbare Menge von höchst dünnen und zarten in einander geschlossenen häutigen Kapseln gebildet, deren Wandungen durch zahlreiche netzartig sich verbindende Lymphgefässe constituirt sind. Durch diese Gefässe erhält sich die Linse, sowie es bei der Hornhaut der Fall ist (s. S. 639), in ihren Form- und Mischungsverhältnissen, indem sie die von der Kapsel abgesonderte Feuchtigkeit aufnimmt und wieder von sich gibt. Uebt man einen Druck auf die Linse aus, so muss dieselbe, weil die häutigen Kapseln, durch welche sie gebildet wird, höchst zart sind, zerplatzen und Risse bekommen, und dies gerade da, wo die Membranen durch dichtes Aufeinanderliegen am meisten gespannt sind, nämlich in der Achse vorn und hinten. Gewöhnlich bilden sich 3 Risse, so dass die Linse in 3 regelmässige, keilförmige

Abschnitte, deren Spitze nach innen und die Basis nach aussen gerichtet ist, zerfällt, die aber nicht ursprünglich sind, wie die meisten Anatomen annehmen, denn gerade an den Stellen, wo diese Risse entstehen, sah *Arnold* die Saugadern in Gestalt von Bogen in einander übergehen und in ununterbrochenem Zusammenhange mit einander stehen. Da die häutigen Kapseln, aus denen die Linse besteht, im äussern Umfange weniger dicht auf einander liegen, als im Innern, wo sie sehr zusammengedrängt sind, so entsteht jene Verschiedenheit der Consistenz der Linse (Rinde und Kern).

c. Weit allgemeiner verbreitet ist die Annahme, dass die Linse aus äusserst dünnen Blättern bestehe, die wie die Schalen einer Zwiebel concentrisch über einander liegen und den flüssigen Linsenstoff zwischen sich nehmen, und aus einzelnen, parallel laufenden, einander nie durchkreuzenden, glatten und durchsichtigen, $\frac{1}{900}$—$\frac{1}{650}$''' dicken (nach *Krause*) Fasern eigenthümlicher Art (nicht Muskel- oder Zellstofffasern) zusammengesetzt sind. Diese Blätter, welche in der äussern Schicht der Linse weiter von einander ($\frac{1}{260}$''') liegen als im Kerne ($\frac{1}{335}$'''), sind in mehrere Hauptabtheilungen geordnet, die durch den weichen, halbflüssigen, nicht gefaserten Linsenstoff getrennt werden und die Gestalt der keilförmigen Ausschnitte haben, in welche die Linse zerplatzt. In jedem dieser Ausschnitte, welche nun aus einer Menge über einander liegender 3eckiger Schüppchen bestehen müssen, laufen die Fasern vom Linsenrande in gerader Richtung, dagegen biegen sie sich an der Seite desselben mit ihren Enden auswärts, so dass diese mit den Enden der Fasern des benachbarten Ausschnittes unter sphärischen Winkeln zusammenstossen, ohne aber in einander überzugehen. Je näher den Seitenflächen des Ausschnitts und dem Rande der Linse, desto kürzer und desto mehr gebogen sind die Fasern, und die von ihnen eingeschlossenen Winkel stumpfer, so dass am Linsenrande die zusammenstossenden Fasern zweier Ausschnitte beinahe concentrische Kreise oder Wirbel bilden.

d. Leeuwenhoek, welcher zuerst den faserigen Bau in der Linse bemerkte, hält es für wahrscheinlich, dass die einzelnen Fasern wieder aus einer grossen Menge von Fibrillen zusammengesetzt sind und er ist deshalb geneigt, die Linse den Krystallmuskel im Auge zu nennen und ihr die Fähigkeit zuzuschreiben, durch eine ihr eigene Muskelkraft ihre Gestalt verändern zu können.

e. Th. Young spricht mit grosser Zuverlässigkeit die Ansicht aus, dass die Linse aus zahlreichen Muskelfasern, die sich vorn und hinten mit Sehnen (d. s. die Stellen, wo sich die Risse bilden) in der Mitte der Linse inseriren, bestehe.

f. An der Existenz der Blätter und Fasern in der Linse zweifeln nur Wenige; unter ihnen behaupten *Bärens* und *Berzelius*, dass die fibröse Structur nicht ursprünglich existire, sondern erst Product der Behandlung der Linse nach dem Tode sei; letzterer nimmt an, die Linse besitze ein zelliges Gefüge und diese Zellen seien mit einer besondern Materie angefüllt.

g. Huschke, welcher den faserigen Bau der Linse ganz deutlich auch in der frischesten Linse erkannte, sagt: der Verlauf der Fasern ist nicht überall vollkommen gleich, sondern hat folgende gesetzmässige Gradationen vom einfachen zum zusammengesetzten Baue. 1) Bei den Fischen, Schlangen, Eidechsen, Vögeln und bei frühern Embryonen der Säugethiere und des Menschen zeigt sich der vordere und hintere Pol der Linse als eine faserlose, vertiefte Stelle, welche bald rund ist, bald eine Spalte darstellt, und diese letztere ist dann an dem einen Pole senkrecht, am andern quer gestellt. Von den Polen laufen die Fasern, wie Radien eines Kreises, alle gleichmässig, strahlig auseinander, nach dem Rande der Linse hin, biegen hier ohne grosse Unterbrechung um und begeben sich zu dem entgegengesetzten Pole. — 2) Beim Frosche, Hasen und Kaninchen gelangen die Fasern nicht alle bis nach den Polen, sondern sammeln sich auf jeder Fläche in 2 Bogen oder Wirbel, die mit ihrer Wölbung gegen einander und nach ihrem entsprechenden Pole sehen. — 3) Bei den meisten Säugethieren treten anstatt 2 Wirbel drei auf. Auch bei vielen neugeborenen Kindern sah *H.* immer nur 3 Spalten *(septa lateralia)* und eben so viel dazwischenliegende Wirbel mit schon längeren Bogen. Indessen bilden sich kurz nach der Geburt neben diesen 3 Spalten und primitiven Wirbeln oder Hauptwirbeln, welche bis zum Pole jeder Fläche reichen, noch secundäre, accessorische oder Nebenwirbel, die anfangs nur Anhänge von den Hauptwirbeln sind und nicht bis zu den Polen dringen, mit der Zeit aber dem Pole immer näher rücken und sich endlich mit ihm verbinden, so dass sie nun auch Hauptwirbel werden. Die accessorischen Wirbel haben bis zu dem 24.—30. Jahre ihre höchste Zahl und Vollkommenheit erreicht und scheinen sich nicht weiter zu vermehren. Es existiren jetzt 10—13 Wirbel und Fissuren, welche alle eine vollkommen gleiche Grösse haben und den Anblick eines vielstrahligen Sternes gewähren. Der Mensch scheint die grösste Zahl von Abschnitten in seiner Linse zu besitzen, die um so kleiner wird, je niederer das Thier steht (s. *v. Ammon's* Zeitschr. f. d. Ophthalmologie Bd. III. H. 1).

h. Werneck ist durch seine Untersuchungen vollkommen überzeugt, dass die Linse nicht aus Saugadern (wie *Arnold* will), sondern grösstentheils aus Faserbündeln zusammengesetzt ist, welche sehr regelmässig in dünnen, blätterartigen Schichten concentrisch über einander liegen und zwischen denen Zwischenräume bleiben, in welchen der *liquor Morgagni* circulirt. Ein jedes concentrische Blatt bietet nach ihm 2 verschiedene organische Gebilde dar, ein häutiges und ein fibröses. 1) Häutiger Theil. An den beiden Polen findet man ein sehr feines, häutiges, poröses, vollkommen durchsichtiges Gewebe; an der vordern Fläche bildet es ein schmales langhörniges Dreieck, von dem gewöhnlich das eine Horn nach oben, und die beiden andern Hörner gegen die Seiten hin gerichtet sind. Mit diesem Dreiecke verbinden sich die Faserpartieen und zwar so, dass sie sich an dem Körper desselben gerade hinein erstrecken, hingegen an den Spitzen der 3 Hörner sich wirbelartig umschlagen. — An der hintern Linsenfläche bietet dieses häutige Gebilde meist eine vierhörnige Gestalt dar, höchst selten und nur im späten Greisenalter eine 3hörnige. An der Spitze jedes Hornes findet man auch hier die Fasern in Wirbel geordnet. Diese zarte Haut ist es, welche

zerreisst und die Linse in Drittel oder Viertel zertheilt; sie geht von den Polen nach innen, dringt in die Zwischenräume zwischen den Schichten und bekleidet diese. — 2) Fibröses Gewebe. Dieses Gewebe macht den grössten Theil der Linse aus und besteht aus Faserbündeln, von denen ein jedes an den obersten Schichten ^{8}—$^{4}/_{10000}$ W.'' misst und 4—5 Fasern enthält, wo jede weniger als $^{1}/_{10000}$ W.'' im Dm. hat. In den tiefern Schichten scheinen sowohl die Faserbündel als die Fasern selbst viel dünner und zarter zu sein. Der Lauf dieser Fasern ist gegen den Körper des häutigen Drei- oder Vierecks gerade, an den Spitzen der Hörner bilden sie aber concentrische Bogen, von denen natürlich nur der innerste grösste mit seiner Convexität das Horn berühren kann, während die von ihm umgebenen, nach aussen zu kleiner werdenden Bogen dem Rande der Linse immer näher zu liegen kommen. Diese Bogen oder Wirbel haben viel Aehnlichkeit mit denen der Tastpapillen auf den Spitzen der Finger. — Nach neuern Untersuchungen *Werneck's* und *Corda's* bilden die Linsenfasern (bei den Menschen, Säugethieren und Vögeln) 6seitige verlängerte Prismen, die an ihren Enden schmäler und dünner sind und in eine stumpfe Spitze ausgehen. Die Vereinigung und Schichtung dieser Fasern ist so, dass eine Fiber mit ihren prismatischen Seitenflächen zwischen 2 andern eingeschoben ist. Bei den Fischen und Amphibien sind die Linsenfasern flache Bändchen, deren Ränder je nach der Gattung verschieden gezackt und ausgeschnitten sind. Indem die Zähne zweier Bändchen in einander greifen, verbinden sie sich wie durch eine Sutur.

i. Nach *Schwann* wird die Linse (wie das Epithelium, schwarze Pigment, die Nägel, Haare) aus selbstständigen, zu einem zusammenhängenden Gewebe vereinigten Zellen gebildet. Sie besteht aus concentrischen Schichten charakteristischer Fasern, welche im Allgemeinen von der vordern Seite der Linse nach der hintern laufen. Um das Verhältniss dieser Fasern zu den Elementarzellen der organischen Gewebe kennen zu lernen, muss man auf die Entwickelung derselben beim Embryo zurückgehen. Bei einem 8 Tage bebrüteten Hühnchen findet man noch keine Fasern, sondern sie besteht aus runden, äusserst blassen und durchsichtigen glatten Zellen mit dem Zellenkerne. In einigen fehlt er; ausserdem sind noch Kerne ohne Zellen da. Bei Schweineembryonen von 3½'' Länge ist der grösste Theil der Fasern der Linse schon fertig gebildet; ein Theil ist aber noch unvollendet; ausserdem sind noch viele runde Zellen da, welche ihrer Umwandlung entgegensehen. Die vollendeten Fasern bilden eine Kugel im Centrum der Linse, in welcher noch keine Schichtung zu bemerken ist. Die Fasern lassen sich leicht von einander trennen und laufen bogenförmig von der vordern Seite der Linse nach der hintern. Diese von den vollständigen Fasern gebildete Kugel wird in der Peripherie der Linse von einer dicken und breiten Zone noch unvollendeter Fasern umgeben. Diese haben ziemlich denselben Verlauf von vorn nach hinten, erreichen aber weder vorn noch hinten die Achse, sondern diese Faserzone ist an der Mitte am dicksten, verschmälert sich gegen die vordere und hintere Fläche der Linse hin allmälig und hört, ohne dass die Fasern von irgendwo zusammenstossen oder die Achse erreichen, ganz auf. Die Enden dieser Fasern sind entweder blos einfach abgerundet, oder enden in eine kleine runde Anschwellung, oder gehen in grössere Kugeln (Zellen) über, und zwar allmälig oder plötzlich. Diese in Fasern sich verlängernden Zellen stimmen nun ganz überein mit andern benachbarten, aber noch runden Zellen mit einem Zellenkern und Kernkörperchen. Einige dieser Zellen sind kaum grösser als der in ihnen liegende Kern, andere enthalten junge Zellen in sich. Es sind demnach die Fasern der Linse verlängerte Zellen und, besonders bei den Fischen, wo ihre Ränder gezähnelt sind, den Pflanzenzellen ganz ähnlich. Ihr Wachsthum geschieht also auch durch selbstständige Kraft und Blutgefässe sind nicht nothwendig, da die ernährende Flüssigkeit aus einer Zelle in die andere fortgeleitet werden kann.

Der Glaskörper (s. Bd. I. S. 642) ist an seiner Oberfläche von der Hyaloidea bekleidet; dieselbe ist sehr dünn und erscheint meistens structurlos, nur bisweilen erkennt man (nach *Brücke*) schwache Umrisse von 6eckigen, denen des Pflasterepitheliums ähnlichen Zellen. Nur an der Eintrittsstelle des Sehnerven ist der Glaskörper mit der Retina fest verbunden (durch die *art. capsularis*). An der *ora serrata retinae* verdickt sich die Hyaloidea und verwächst mit der *membrana limitans*, mit welcher sie dann gegen die Wurzeln der Ciliarfortsätze fortläuft. Noch ehe sie dieselben erreicht, theilt sie sich in eine vordere stärkere und in eine hintere schwächere Lamelle. Die vordere ist die *zonula Zinnii*, die hintere behält den Namen Hyaloidea und verwächst innig in der tellerförmigen Grube des Glaskörpers mit der hintern Wand der Linsenkapsel. Von der Hyaloidea aus geht, nach *Brücke*, eine grosse Menge von Häuten in die Masse des Glaskörpers hinein, welche alle in Ebenen liegen, die man sich nach allen Richtungen hin durch die gerade Verbindungslinie zwischen der Eintrittsstelle der *art. centralis retinae* und dem Mittelpunkte der hintern Linsenoberfläche gelegt denken kann. Diese Membranen sind äusserst dünn und schwach lichtbrechend, lassen sich nur bis zu einer gewissen Tiefe verfolgen und dann nicht weiter erkennen. — Die *zonula Zinnii* ist structurlos, legt sich gleich nach ihrer Entstehung in Falten, die sich zwischen die Ciliarfortsätze einsenken, und trennt sich an dem der Linse zugewandten Rande der Fortsätze von der *membrana limitans*. Die Zonula setzt ihre Falten in derselben Richtung fort und heftet

sich rings an die Linsenkapsel an; die *membrana limitans* folgt dagegen der Oberfläche der Ciliarfortsätze und geht auf die hintere Fläche der Iris über. Am Rande der Linse entsteht zwischen der Zonula und *membrana limitans* der *canalis Petiti*.

Die **Fältchen**, *processus ciliares*, der *zonula ciliaris* sind nach *Huschke's* Untersuchungen so fein, dass man leicht zu der Meinung veranlasst werden kann, als seien sie in der Glashaut entstandene Fasern, die schon *Döllinger* und *Home* gesehen und für Muskelbündel gehalten hatten, während sie *Bidder* für Nervenfasern zu halten scheint. Allein genauer betrachtet erscheinen sie als Duplicaturen der Glashaut, von welcher eine jede von der *ora serrata* mit einer feinen Spitze anfängt, allmälig an Dicke zunehmend sich erhöht und eben so zugespitzt wieder verliert. Anfangs laufen sie, mit dem Ciliartheile der Retina eng verbunden, bis zum innern Rande des *corpus ciliare choroideae* und treten dann frei unter dem Ciliarkörper hervor, in die Lücke zwischen den Spitzen der Ciliarfortsätze und dem Rande der Linsenkapsel. Hier ordnen sie sich in 3eckige Bündel, welche $1/_{6}$''' Breite im Durchschnitte besitzen und zwischen sich einen ungespaltenen Theil der Glashaut von $1/_{18}$''' Breite haben. Jedes Bündel, deren es gewöhnlich so viel als Ciliarfortsätze der Choroidea gibt, enthält 12—20 einfache feinste, etwa $1/_{300}$''' breite Fältchen, und hängt mit der Basis seines Dreiecks an der Kapsel, mit dem spitzigen Ende an den Ciliarfortsätzen fest. So erscheint die Linsenkapsel, über deren vordere Wand sich diese Fältchen noch eine Strecke hinziehen, an ihrem Umfange wie eingekerbt und von einem Strahlengürtel umgeben. — Nach *Pappenheim* hat jede Falte der Zonula eine Basis, welche etwas ausgehöhlt, aber von einer andern Substanz erfüllt und von 2 nicht scharfen Rändern begränzt ist, und einen obern ebenfalls abgerundeten Rand, welcher durch die grösste Anhäufung der Fasern entsteht; vorn endet sie meist abgerundet. Von ihrer Basis sendet jede Falte ein Büschel Fasern ab, welche für sich wieder zu einer ähnlichen, aber nach vorn spitz endigenden Falte zusammentreten, die in die übrige Masse sich verliert.

Hueck's Beschreibungen des Strahlenblättchens ist folgende. Es ist eine durchsichtige kreisförmige Membran, welche von der *ora serrata retinae* aus bis zum Kapselrande reicht, an der Schläfenseite breiter (2,3''') als an der innern (1,8''') ist und mit ihrem hintern Theile von der *ora serrata* an bis dahin, wo die Ciliarfortsätze entstehen, mit der Innenfläche fest an die Glashaut, mit der Aussenfläche fest an das *corpus ciliare* angeheftet ist. Der vordere, der Linsenkapsel zunächst liegende Theil der *zonula* ist in Falten *(processus ciliares zonulae)* gelegt, nicht an die *hyaloidea* (dicht vor welcher er liegt) befestigt und bildet so die vordere Wand des *canalis Petiti*. Ihre *processus ciliares* entsprechen den Ciliarfortsätzen des *corpus ciliare*, indem eine Falte der erstern zwischen 2 des letztern hineinragt. Die Form einer Falte der *zonula* ist 3seitig und mit einer 3eckigen Höhlung versehen. *a)* Der erste äussere convexe Rand legt sich der Innenfläche des *corpus ciliare* an und reicht (im Zwischenraume zwischen 2 Ciliarfortsätzen) bis zum äussern Rande der *uvea*. Hier, gerade dem *lig. pectinatum iridis* gegenüber, bildet die Falte einen Winkel, welcher ungleich höher liegt als der Linsenrand. *b)* Der 2. Rand der Falte reicht von der *uvea* bis zur Linsenkapsel, ist zum Theil noch an die Innenfläche zweier Ciliarfortsätze geheftet, und man sieht durch eben diesen Rand zwischen die Ciliarfortsätze hindurch sowohl von vorn nach hinten, als umgekehrt. Das Ende dieses Randes reicht aber über den innern Rand der Ciliarfortsätze hinüber bis zur Linsenkapsel und bildet den die Kapsel umgebenden durchsichtigen Zwischenraum, in welchem man die Ränder der Falten gleich feinen durchsichtigen Fäden sieht. An der Kapsel befindet sich der 2. Winkel der Falte; zwischen ihm und dem 3. hintern Winkel, der sich an den Ursprüngen der Ciliarfortsätze befindet, liegt nun *c)* der 3. Rand, welcher nach dem *Petit*'schen Kanale hin offen steht, so dass man also von diesem Kanale aus in die Höhlungen der Falten gelangen kann. Diese sowie der Kanal sind mit Flüssigkeiten gefüllt. — Was die Structur der *zonula* betrifft, so fand sie *H.* äusserst dehnbar und ausgedehnt, nicht faserig, sondern gleichförmig körnig. Beim Uebergange zur Linsenkapsel scheint sie den festen Zusammenhang zu verlieren und etwa so sich zu verändern, wie die Conjunctiva beim Uebergange in die Cornea.

Der *humor aqueus* in den **Augenkammern** (s. Bd. I. S. 638) ist eine Flüssigkeit, deren Brechungsindex wenig von dem des Wassers verschieden ist. Er befindet sich in einem Raume, der vorn durch die Cornea, hinten durch die Linse und *zonula* begränzt wird und dessen Gränzen ferner noch durch die Uvea, indem sie einerseits an die Cornea, andererseits an die Zonula angeheftet ist, vervollständigt werden. — Nur bei erweiterter Pupille existirt, nach *Brücke*, eine offene Communication zwischen beiden Augenkammern, bei verengter liegt die Iris mit ihrem Pupillarrande unmittelbar auf der vordern Wand der Linsenkapsel, so dass sie beide Augenkammern gegen einander abschliesst. — Die Wasserhaut ist die S. 639 erwähnte glasartige Lamelle der Cornea, über welche sehr verschiedene Ansichten existiren.

Arnold bemerkte, dass in der Wasserhaut zahlreiche Lymphgefässe ein feines Netz bildeten und dass sie an der Hornhaut und Iris nicht von gleicher Beschaffenheit war, denn während sie sich an ersterer glatt und durchsichtig zeigte, fand er sie an letzterer zottig und weniger klar. — *Valentin* sah deutlich in der Wasserhaut äusserst zarte, dicht bei einander liegende, mit durchaus geradlinigen Begränzungen versehene, überaus helle und durchsichtige Fäden, die blos eine einfache Lage bilden, welche die gesammte Dicke der Haut einnimmt. — Nach *Unna* ist sie von vielfach verschlungenen,

aus Kügelchen bestehenden Fasern zusammengesetzt, hängt mit der *lamina fusca* zusammen und nimmt aus der *arachnoidea* ihren Ursprung, deren Platten am *orbiculus ciliaris* durch zwischentretendes Zellgewebe verwachsen sind, dann aber sich wieder von einander trennen, so dass die eine Platte zur Cornea, die andere zur Vorderfläche der Iris tritt. — Nach *Hueck* setzt sich die Wasserhaut in den *orbiculus ciliaris* fort, der sich wahrscheinlich wieder in die *arachnoidea* fortsetzt, so dass dann der ganze Bulbus von einer zusammenhängenden serösen Membran umgeben wird (s. vorher S. 643). — *Henle* beschreibt die Wasserhaut als eine sehr feste knorpelartige Lamelle, welche in allen Eigenschaften mit der vordern Wand der Linsenkapsel übereinstimmt, durchaus structurlos, glasartig durchsichtig, etwa 0,007''' dick ist, und sich in Weingeist, kochendem Wasser und Säuren nicht verändert. Sie geht nicht auf die Iris über, sondern am äussern Rande derselben vorbei und an der Sclerotica hin noch eine Strecke nach hinten; zwischen *sclerotica* und *lig. ciliare* endigt sie mit einem scharfen Rande. An der innern Oberfläche der Wasserhaut findet sich ein einfaches Pflasterepithelium, welches am äussern Rande der Iris endet. Dieses Epithelium und die Wasserhaut selbst sind gefässlos. — *Pappenheim* fand, dass die Wasserhaut aus einer äussern faserigen und einer innern epithelialen Schicht besteht. Die Fasern der Wasserhaut sind weit feiner, in ihrem Durchmesser gleichmässiger, als die Hornhautfasern und fast durchsichtig, während jene mehr gelblich sind. Die Epithelialschicht besteht aus pflasterförmigen, nur dünn gelagerten Blättchen mit *nucleis* und *nucleolis*.

Entwickelung des Auges. Die Augen, welche schon in der 4. Woche als schwärzliche Punkte und unter den allgemeinen Bedeckungen liegende dünnwandige, mit einem flüssigen Eiweisse gefüllte Blasen zu erkennen sind, entstehen sehr frühzeitig und unter den Sinnesorganen am frühesten. *Baer* setzt die Entstehung des Auges beim Hühnchen in die 3. Woche und lässt sie durch eine Hervorstülpung der vordersten Hirnblase zu Stande kommen, so dass anfangs Augen- und Hirnblase durch eine hohle Röhre zusammenhängen, welche später zum Sehnerven wird. *Huschke* beobachtete dagegen, dass schon vor Ablauf des ersten Tages eine Bucht oder Grube als einfaches Urrudiment beider Augen vorhanden sei, die sich bald in eine in der Mitte liegende und mit der Hirnblase durch eine Oeffnung communicirende Blase verwandelt. Die Blase trennt sich nach kurzer Zeit, indem sich die vordere Hirnzelle zwischen den hintern Theil derselben mitten eindrängt, in 2 Hälften, welche eine schief von innen nach aussen gehende Richtung erhalten. Aus den nun erfolgenden Metamorphosen der Wände dieser Blasen entstehen die *sclerotica, choroidea, cornea, iris, uvea*, das *lig. ciliare* und vielleicht auch *corpus ciliare* nebst den zu diesen Häuten gehörigen durchsichtigen Membranen; aus der Flüssigkeit dagegen bilden sich die *retina*, das *corp. vitreum*, die *hyaloidea* und *zonula Zinnii;* das Linsensystem scheint einen eigenen Ursprung zu haben. Die Augenhäute treten der Zeit nach verschieden auf, zuerst bildet sich das Rudiment der *sclerotica* und *choroidea* nach aussen und das der *retina* nach innen, späterhin die *cornea* und zeletzt die *iris*. — In frühester Zeit liegt das Auge mit seiner grössern vordern Fläche frei, ohne daselbst von Augenlidern bedeckt oder von einer Augenhöhle eingeschlossen zu sein. Es erhebt sich bei einem 6—8wöchentlichen Embryo, wahrscheinlich von einer feinen Oberhautschicht überzogen, über die Oberfläche des übrigen Kopfes und ist nach unten und innen mit einer in das Innere des Augapfels führenden Spalte versehen, welche von *Baer* für eine des Pigments beraubte Stelle der Choroidea und für eine dünnere Stelle der Retina gehalten wird. Noch vor der 11. Woche ist aber die Orbita über den Bulbus hervorgewachsen und dieser hat sich nun scheinbar in die Augenhöhle zurückgezogen.

Nach *Huschke* entstehen die wesentlichsten Theile des Sehorgans, die Instrumente der Empfindung und Brechung, die Nervenhaut und Linse zuerst; diese als eine Einstülpung der äussern Integumente, jene als eine Hervorstülpung des Nervensystems, sowie jeder Sinn überhaupt nur eine Verbindung der Sensibilität mit einer vegetativen oder animalen Thätigkeit ist, wobei die letztere der Empfindung dienstbar wird. Die Bildung geschieht so: die von der Nervenhaut gebildete und anfangs durch den Sehnervenkanal mit der Hirnblase zusammenhängende Augenblase wird an ihrer vordern gewölbten Fläche durch eine Einstülpung der äussern Integumente (ähnlich einer Talgdrüse), welche zur Linsenkapsel wird, nach hinten oder in sich hineingedrückt, so dass sich dann die Nervenhaut wie eine eingestülpte seröse Membran verhält und aus einem innern und äussern Blatte (2 in einander geschobene Halbkugeln darstellend) besteht, die am vordern Rande ununterbrochen in einander übergehen und anfangs einen Raum zwischen sich lassen, in welchen man nur durch den hohlen Sehnerven gelangen kann, während in der Höhlung der innern Halbkugel der Glaskörper seine Lage hat. Diese beiden Blätter legen sich bald dicht an einander, das innere Blatt wird zur Retina *(re-*

tina interna), das äussere schwindet etwas, tritt mit dem Pigmente der Choroidea in genauere Verbindung und erscheint endlich deutlich als die *membrana Jacobi s. Döllingeri (retina externa)*. Hieraus folgt, dass die Retina keinen freien Rand haben kann und so weit nach vorn laufen muss, als die Jacob'sche Haut, d. i. bis an das vordere Ende der Ciliarfortsätze. Die Augenspalte, welche nicht eher als die Linsenkapsel (nicht vor dem 3. Tage) entsteht, ist Folge der Einstülpung der Netzhaut und führt in das Innere des Augapfels, an die innere Fläche der *retina interna*, zu dem Glaskörper und der Linse, aber nicht in den hohlen Sehnerven oder zu der Hirnhöhle. *Huschke* stellt noch die Hypothese auf, dass, da alle Hirnhäute nur untergeordnete Anhänge der Nervenmasse und die Augapfelhäute wiederum Fortsetzungen der Nervenhüllen sind, die unedleren Membranen des Bulbus *(choroidea, sclerotica etc.)* dieselben Formveränderungen erleiden, welche die *tunica nervea* ihnen vormacht; alle werden sich in einander zurückrollen und die äussern Häute werden sich im Innern des Bulbus noch einmal wiederholen.

Die Hornhaut entsteht vor der 6. Woche als eine körnige Membran, in welcher man späterhin undeutliche und in einander gewirrte Fasern erkennt. Anfangs ist sie wegen der zwischen ihren Blättern befindlichen grossen Menge röthlicher Flüssigkeit bedeutend dick, liegt der Oberfläche der Linse sehr nahe und erscheint als Fortsetzung der *sclerotica*. Bald wölbt sie sich aber mehr, wird in der 10. oder 12. Woche durchsichtiger, dünner und trennt sich mittels einer sichtbaren Gränze von der *sclerotica*. — Die Sclerotica bildet sich früher als die *cornea* und stellt von Anfang eine körnige, dichte Membran dar, welche später eine mehr faserige Structur erlangt, doch ohne dass eine bestimmte Anordnung ihrer Fasern deutlich wäre. Die Entstehung ihres bläulichen Ansehens fällt in die Mitte des 3. Monats; jetzt bildet sich auch die *protuberantia scleroticalis*, d. i. die hintere Spitze des ovalen Bulbus, welche nach aussen neben der Eintrittsstelle des Sehnerven, die sehr weit nach innen liegt, herausragt. Sie vermindert sich immer mehr, je näher der Sehnerv der Mitte des Bulbus rückt. — Die Choroidea ist in der 6. Woche schon in ihrer ganzen Ausdehnung da und bildet, weil die Iris zu der Zeit noch gänzlich mangelt, mit ihrem vordersten Ende den Pupillarring. Die Pigmentbildung geschieht nach *Valentin*, indem sich zuerst auf der vordern Oberfläche der Choroidea einzelne runde, farblose und durchsichtige Körper absetzen (die späteren Pigmentbläschen), an deren Peripherie bald schwarze Pigmentkügelchen entstehen. Die erste Pigmentbildung findet sich am vordersten Rande der Aderhaut und scheint von hier nach hinten fortzuschreiten. Die Gefässe, welche zur Absonderung des Pigments dienen und wahrscheinlich durch ihre Entfaltung und netzartige Verflechtung mit Hülfe eines zarten Zellgewebes die Aderhaut bilden, sieht man schon gegen das Ende des 1. Monats durch den hintern, sehr dünnen und durchsichtigen Theil der Augenblase eintreten. — Das Strahlenband hat *Valentin* schon in der Mitte des 3. Monats als einen verhältnissmässig breiten Ring erkannt, in welchem er bis zur Mitte des 5. Monats ihm noch ganz räthselhafte Fasern sah. — Die Ciliarfortsätze bilden sich nach *v. Ammon* durch Faltung der Choroidea, im 3. oder 4. Monate. — Die Iris entsteht unter den bis jetzt genannten Häuten am spätesten, erst um die Mitte oder das Ende des 3. Monats als ein schmaler Ring an der Oeffnung der Aderhaut, aber ohne Spalte. — Die Retina bildet sich beim Hühnchen schon am 3. Tage aus der in der frühern Augenblase enthaltenen Flüssigkeit, ganz nach Analogie der Hirnbildung durch Ablagerung der Nervenmasse an den Seitenwänden. Beim Menschen umgibt sie in der 7. und 8. Woche den Glaskörper und die Linse als eine dicke, faltige Membran und erstreckt sich von der Eintrittsstelle des *nerv. opticus* bis nach vorn zum Sehloche. Nach *Huschke* (s. vorher) schlägt sie sich nach innen um. — Das Strahlenblättchen, von welchem *Baer* glaubt, dass es aus der Metamorphose des Nervenblättchens entstehe, kann vor dem Anfange des 5. Monats nicht mit Bestimmtheit unterschieden werden. — Der Glaskörper scheint eine Metamorphose der nicht mehr zur Bildung der Nervenhaut verwandten Flüssigkeit zu sein; er zeigt sich vom Beginne an hell, durchsichtig flüssig und sieht wegen der vielen Gefässe, die ihn umgeben und durchziehen, röthlich aus. Ueber die Art seiner Entstehung ist man noch völlig im Dunkeln. — Die Linse mit ihrer Kapsel, welche sich aus einer sulzigen Flüssigkeit der Augenkapsel oder nach *Huschke* durch Einstülpung der äussern Integumente bilden soll, wurde von *v. Ammon* beim Menschen in der 7. Woche deutlich erkannt. Zu Ende des 1. Monats bemerkt man an der Kapsel mehrere Gefässe und der Inhalt, der anfänglich trüb und milchig ist, gleicht dickflüssigem Eiweisse; im 2. Monate zeigt sich die dicht hinter der Hornhaut liegende Linse, welche sich jetzt durch eine sehr starke Wölbung und kugelige Gestalt auszeichnet, im äussern Umfange hell und nur der Kern ist trübe. Nach und nach wird sie durchaus hell und durchsichtig, und indem sie an Convexität abnimmt, die Hornhaut sich aber mehr wölbt und die Iris grösser wird, bilden sich die Augenkammern. Gleichzeitig hiermit geschieht auch die Bildung der Wasserhaut, Pupillarhaut und Kapselpupillar-Membran (nebst der *Reich*'schen und *Valentin*'schen Haut), von denen schon früher gesprochen wurde (s. Bd. I. S. 629).

Mit der Entstehung der Augenhöhle, welche allmälig über den frei liegenden Augapfel hervorwächst, bilden sich auch die Augenmuskeln, und zwar, wie es scheint, die *mm. recti* früher als die *obliqui;* erst zu Anfange des 4. Monats können sie einzeln unterschieden werden. — Die erste Entstehung der Conjunctiva fällt in den Anfang des 3. Monats. — Die Thränendrüse ist im 4. Monate deutlich. — Die Augenlider wachsen als 2 Hautfalten über den Bulbus und bedecken ihn gegen das Ende des 3. oder zu Anfange des 4. Monats. Mit ihnen erscheint der Thränenkanal als eine in die Mund-Nasenhöhle sich herabsenkende Hautfalte. — Die Entwickelung des Embryo-Auges ist mit dem Verschwinden der Pupillarhaut und der Ablösung der Augenlider vollendet.

Physiologie des Sehorgans.

Das Sehen ist die Empfindung der durch das Licht bewirkten Eindrücke auf die Retina und den Sehnerven. Das Licht ist also das zum Sehen zunächst erforderliche Element. Mit *Newton* hält man es für eine von Selbstleuchtern (Sonne) oder beleuchteten Körpern strahlen- oder reihenweise ausströmende, äusserst feine, flüssige und aus höchst feinen Moleculen bestehende Materie, die sich in ununterbrochener Richtung zum Auge fortpflanzt (Emanationstheorie). Mit *Euler* nimmt man jetzt aber gewöhnlich an, dass ein leuchtender Gegenstand zitternde Bewegungen hervorbringe, die gleich den Schallwellen durch den Aether sich fortpflanzen und die Netzhaut afficiren (Undulations-, Oscillations- oder Vibrationstheorie). Einige Neuere betrachten das Licht mit *Gren* als eine Verbindung von Wärmestoff und Elektricität und leiten von dieser Verbindung die chemische, erwärmende und belebende Eigenschaft des Lichtes ab. Die vorzüglichsten physischen Eigenschaften des Lichtes sind kurz folgende.

a) Es verbreitet sich mit der grössten Geschwindigkeit. Es soll in 1 Secunde 40,000 Meilen und den Weg von der Sonne bis zur Erde, eine Entfernung von 20,666000 geogr. Meilen, in 8¾ Minuten zurücklegen. — *b)* Es nimmt in seiner Verbreitung an Intensität ab, wie umgekehrt das Quadrat der Entfernungen zu, d. h. in 2facher Entfernung wirkt es 4mal, in 3facher 9mal, in 4facher 16mal schwächer u. s. f. — *c)* Das Licht verbreitet sich von den leuchtenden Körpern strahlig nach allen Richtungen. Die Kegel, welche es beim Ausstrahlen von einem leuchtenden Punkte bildet, nennt man Lichtbündel und die Körper, durch welche es sich bewegt, Medien. Die mittlern Strahlen dieser Kegel, welche durch die Mitte der Pupille und also auch in der Nähe ihres Mittelpunktes durch die Linse fallen, heissen Achsenstrahlen, Richtstrahlen. — *d)* Trifft das Licht in seiner Verbreitung auf Körper, so wird es entweder durchgelassen (durchsichtige Körper), oder eingesogen (dunkle, undurchsichtige), oder zurückgeworfen (spiegelnde, farbige Körper). Im Grunde werden alle Körper nur dadurch sichtbar und farbig, dass sie eine gewisse Anzahl von Lichtstrahlen zurückwerfen. Je dunkler ein Körper ist, desto mehr Lichtstrahlen saugt er ein und desto weniger wirft er also zurück. — *e)* Das Zurückwerfen des Lichts heisst *reflexio* und geschieht nach demselben Gesetze, wie beim Schall, dass nämlich der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich ist. Von einer ebenen Fläche prallen die Lichtstrahlen also in paralleller Richtung, von einer concaven Fläche convergirend und von einer convexen divergirend zurück. — *f)* Durchsichtige Körper werfen stets einige wenige Lichtstrahlen zurück (sind deshalb bis zu einem gewissen Grade spiegelnd), die meisten Strahlen lassen sie aber durch und verursachen dabei eine Brechung derselben, d. i. *refractio*, welche nach der Dichtigkeit, Stellung, Gestalt und chemischen Zusammensetzung der Körper verschieden ist. Derjenige Punkt, an welchem das Licht auf den durchsichtigen Körper auftrifft, heisst der Einfallspunkt, und der, an welchem es jenseits aus dem Körper wieder herausgeht, der Austrittspunkt. Eine Refraction erfolgt aber nur, wenn der Lichtstrahl schräg auf die Fläche des durchsichtigen Körpers fällt, denn trifft er unter einem rechten Winkel auf dieselbe, so geht er gerade hindurch und Einfalls- und Austrittspunkt befinden sich in einander gerade gegenüberstehender Richtung. Die Hauptsätze der Lehre von der Refraction sind folgende.

1) Wenn ein Lichtstrahl aus einem dünnern Medium in ein dichteres übergeht, so wird er dem Perpendikel des Einfallswinkels zu gebrochen, geht er dagegen aus einem

dichtern in ein dünneres Medium, so wird er vom Perpendikel ab gebrochen. — 2) Ein durchsichtiger Körper mit convexer Oberfläche (Linse) bricht die Lichtstrahlen gegen den Mittelpunkt convergirend, ein solcher mit concaver Fläche vom Mittelpunkte ab, divergirend gegen die Peripherie. Im erstern Falle kommen die Lichtstrahlen hinter dem durchsichtigen Körper in einem Punkte, Brennpunkte, *focus*, zusammen, durchkreuzen sich und gehen darauf divergirend aus einander. Die Entfernung des Brennpunktes von der Linse oder die Brennweite (d. i. die Vereinigungsweite von parallelen Strahlen), hängt von dem Brechungsvermögen der Linsensubstanz überhaupt und von der Convexität ihrer beiden Flächen ab. Je stärker die letztere ist, desto näher wird der Focus der Linse liegen. Wenn nun aber statt paralleler Strahlen divergirende von einem leuchtenden Punkte auf die Linse fallen, so werden sie nur dann convergirend, wenn die Entfernung des leuchtenden Punktes grösser ist, als die Brennweite. Befindet sich aber der leuchtende Punkt selbst in dem Abstande des Brennpunktes, so werden sie parallel; ist dieser Abstand endlich noch geringer, so bleiben sie noch, wiewohl mit Verringerung, divergirend. An dem Punkte, wo die von einem leuchtenden Punkte kommenden, divergirenden Strahlen hinter der Linse wieder zusammenfallen, zeigt sich das Bild des Punktes und die Entfernung dieses Punktes von der Linse heisst die Vereinigungsweite des Bildes. Diese befindet sich also immer hinter dem Brennpunkte und entfernt sich um so mehr von der Brennweite, je näher der leuchtende Punkt der Linse kommt. Die Vereinigungsweite des Bildes hängt ab: *a)* von dem Brechungsverhältnisse der Linse zum Medium vor der Linse; *b)* von der Entfernung des Gegenstandes. — 3) Hat der leuchtende Gegenstand Ausdehnung (ist er nicht blos ein Punkt) und liegen die leuchtenden Punkte desselben in einer Ebene, die senkrecht auf der Verlängerung der Achse der Linse steht, so liegen ihre Bilder in umgekehrter Ordnung in einer solchen Ebene. Das Bild hat also die umgekehrte Lage des Objectes, das Obere ist unten, das Untere oben, das Rechte links, das Linke rechts, während die relative Lage der einzelnen Theile des Bildes ganz dieselbe bleibt. Das Bild eines Punktes entwirft sich also immer in der Richtung der mittlern Strahlen (Achsenstrahlen). Doch trifft eine vom Object durch die Mitte der Pupille durchgehende Linie nicht genau das Netzhautbild, weil auch diese Achsenstrahlen einige Ablenkung durch die Brechung erleiden. — Den von den kreuzenden Achsenstrahlen zweier Objectspunkte eingeschlossenen Winkel nennt man Sehwinkel, *angulus opticus s. visorius*.

g) **Bei der Brechung erleidet das Licht nicht blos eine Ablenkung von seiner Richtung, sondern erscheint auch unter gewissen Bedingungen farbig. Schon beim Gebrauche der Linsen sieht man farbige Säume um die Bilder; am stärksten wird jedoch die Farbenerscheinung bei Anwendung des Prisma. Durch dieses wird ein weisser Lichtstrahl in 7 verschieden gefärbte Strahlen gebrochen, nämlich: in einen rothen, orangen, gelben, grünen, hellblauen, dunkelblauen und violetten, in welcher Reihenfolge die Brechbarkeit zu- und die erwärmende Kraft abnimmt. Die einfachen oder Grundfarben sind Roth, Gelb und Blau; die andern nennt man zusammengesetzte. — Die natürliche Farbe der nicht selbst leuchtenden Körper rührt zunächst von dem Lichte her, welches ihnen zugeworfen wird und welches sie wieder zurückwerfen und unserm Auge zuführen; zum Theil hängt ihre Farbe aber auch von ihrer Affinität zu dem Lichte und den verschiedenen Arten des farbigen Lichtes ab, indem sie alles farbige Licht bald vollständig zurückwerfen, bald vollständig und unter Erscheinung der Erwärmung absorbiren, bald theilweise zurückwerfen und theilweise absorbiren, bald alles Licht ganz hindurchlassen, bald gewisse Strahlen hindurchlassen und andere absorbiren. Ein weisser Körper ist ein solcher, der alle Arten des farbigen Lichtes zugleich zurückwirft, ein schwarzer dagegen, welcher alle Arten des Lichtes in sich aufnimmt und keins reflectirt, ein farbiger aber derjenige, der gewisse farbige Strahlen des weissen Lichtes absorbirt oder durchlässt, andere aber zurückwirft. Ein durchsichtiger ungefärbter Körper lässt alle Arten Strahlen und also farblos durch sich hindurchgehen; ein durchsichtiger gefärbter Körper absorbirt gewisse Strahlen des Lichts und lässt den farbigen Rest durch sich hindurchgehen.**

Sehen mittels des Auges. Wenn durch das äussere Licht ein den Körpern entsprechendes Lichtbild im Auge erregt werden soll, so ist es durchaus nöthig, dass Apparate vorhanden sind, welche das von einzelnen Punkten ausgehende Licht auch wieder nur in einzelnen Punkten auf die Nervenhaut wirken lassen, aber verhüten, dass ein Punkt der Retina von mehrern Punkten der Aussenwelt zugleich beleuchtet werde. Die Natur hat zu diesem Zwecke 2 Arten von Apparaten angewandt. 1) Bei dem musivisch, aus radienartigen, durch-

sichtigen und mit Pigment umkleideten Körpern oder Kegeln zusammengesetzten Auge der Insecten und Crustaceen wird das Sehen von Objecten dadurch möglich, dass von dem auf das ganze Auge auffallenden Lichtkegel jedes einzelnen Punktes blos der durch die Achse eines gewissen Kegels des Auges einfallende Lichtstrahl zu dem am Ende des Kegels angefügten Sehnerven gelangt, das übrige Licht aber ausgeschlossen wird. — 2) Beim Sehen mit Augen, welche, wie das menschliche, collective dioptrische Medien enthalten, wird dagegen der von einem Punkte ausgehende Lichtkegel (objectiver Kegel, dessen Spitze am leuchtenden Punkte, die Basis an der Cornea ist) durch Brechung wieder in einen Punkt, der sich auf der empfindenden Retina befindet, vereinigt. (Der so im Auge entstehende Kegel heisst der Augenkegel.) Die Brechung durch collective Medien ist beim menschlichen Auge eine dreifache: 1) durch die *cornea* und den *humor aqueus*, wobei die Strahlen dem mittlern oder Achsenstrahle zugelenkt werden; 2) durch die vordere convexe Fläche der Linse, so dass die Strahlen dem Achsenstrahle noch mehr zugelenkt werden; denn bei 1 und 2 fallen die Strahlen aus einem dünnern Medium in ein dichteres. 3) Beim Uebergange der Strahlen aus dem dichtern Medium der Linse in das dünnere des Glaskörpers werden sie zum dritten Male gebrochen und zwar abermals dem Achsenstrahle zu, weil eine Linse die Strahlen des Kegels, sowohl beim Uebergang aus dem dünnen Medium in die convexe vordere Fläche des dichtern Mediums, als beim Austritt der Strahlen aus der convexen hintern Fläche der Linse in das dünnere Medium, dem Achsenstrahle zulenkt. So werden die Strahlen der Lichtkegel wieder zu Punkten vereinigt und befindet sich an dieser Stelle die Retina, so werden diese Punkte auch als solche empfunden. Befände sich aber die Retina vor oder hinter dieser Stelle, so würden die lichten Punkte als lichte Kreise (Zerstreuungskreise) gesehen werden; weil im erstern Falle die Strahlen noch nicht zu einem Punkte vereinigt werden, im letztern dagegen diese Vereinigung schon geschehen wäre und die Strahlen wieder divergirten. Die Nervenhaut muss sich also genau in der gehörigen Vereinigungsweite von der Linse befinden, wenn ein scharfes Bild entstehen soll, d. i. die von einem Punkte ausgehenden Strahlen auch wieder in einem Punkte vereinigt werden sollen. Da nun die Ebene des Auges, auf welcher sich die Bilder formiren, concav ist und sich von der Mitte gegen die Ränder allmälig der Linse nähert, so ergibt sich, dass die Bilder seitlicher Gegenstände nicht so deutlich sein können, als die Bilder mittlerer Gegenstände, in deren Vereinigungsweite sich die Mitte der Retina befindet. Diese Undeutlichkeit rührt aber auch noch daher, weil die Strahlen eines Lichtkegels von seitlichen Gegenständen sich, wegen Ungleichheit der Brechung, nicht genau in demselben Punkte vereinigen; auch mag wohl der Hauptgrund der Undeutlichkeit in der Netzhaut selbst liegen. — Soll ferner ein deutliches Bild des Objectes auf der Retina entstehen, so müssen die Lichtkegel von jedem Punkte des Objectes so ins Auge treten, dass ihre Haupt- (Achsen- oder Richtungs-) Strahlen in einem

Punkte sich kreuzen. Dieser Punkt, d. i. der **Kreuzungspunkt** und zugleich Drehpunkt des Bulbus, liegt hinter der Linse, ziemlich nahe dem Centrum des Auges. Nach neuern Untersuchungen von *Volkmann* hat aber der Kreuzungspunkt (nicht der Drehpunkt) seine Lage weiter vorn im Auge und zwar: hinter dem vordersten Punkte der Cornea 3,‴97; vor dem hintersten Punkte der Linse 0,‴43; vor dem Achsenpunkte der Netzhaut 6,‴23. Zum deutlichen und einfachen Sehen mit beiden Augen ist aber ausserdem erforderlich, dass die verlängert gedachten optischen Achsen beider Augen in einem Punkte des Objectes, welches sich in einer dem Accommodationsvermögen entsprechenden Entfernung befindet, sich schneiden. — Als Erfordernisse zum deutlichen objectiven Sehen hat man also zu betrachen: 1) dass ein Bild des zu sehenden Objectes auf der Retina entworfen, und 2) dass der dadurch gemachte Eindruck empfunden werde; 3) dass Bewegungen möglich seien, um die Objecte in ihrer verschiedenen Richtung und verschiedenen Entfernung zu sehen; 4) dass durch gewisse Seelenactionen die richtige Empfindung möglich gemacht werde. Beobachtungen an Blindgebornen, welche später sehen lernten, zeigen, dass die Erkenntniss der stereometrischen Verhältnisse, die Entfernung und Richtung der Gesichtsobjecte nicht blos von den Gesichtsempfindungen ausgeht, sondern noch die Mitwirkung von Bewegungen und Urtheil in Anspruch nimmt. Ja es ist die Sphäre der Gesichtsempfindungen viel beschränkter, als man glaubt. Der Augapfel mit seinen brechenden Medien hat die Aufgabe, ein Bild des äussern Objects darzustellen, die Netzhaut und der Sehnerv werden von diesem Bilde zu einer Lebensthätigkeit erweckt, welche von aussen nach innen fortschreitet, bis sie schliesslich auch das centrale Sehorgan zu Lebensactionen anregt, und erst die Function dieses innern Organes schafft die Gesichtserscheinung oder ist selbst Gesichtserscheinung.

Functionen der einzelnen Theile des Auges. Bei geöffnetem Auge sehen wir nur die entweder unmittelbar von leuchtenden Körpern oder durch Reflexion von undurchsichtigen Objecten ausgehenden Lichtstrahlen (in einem halben Kreise von beinahe 180°), welche auf die Cornea und zwar unter einem kleinern Winkel als von 48° fallen. Von diesen sehen wir aber nur jene deutlich, auf welche die Achse der Augen und unsere Aufmerksamkeit gerichtet ist. Alle Strahlen nämlich, welche auf die Bindehaut der Sclerotica fallen, werden reflectirt und helfen den Glanz des Auges bilden; diejenigen dagegen, welche auf die platte durchsichtige Cornea fallen, werden zum kleinsten Theile zurückgeworfen und tragen so zum spiegelnden Glanze des Auges bei, während der grösste Theil der Strahlen durch die Cornea, durch die Wasserhaut und den *humor aqueus* geht und dem Perpendikel zu gebrochen wird. Von ihnen gelangen nur die, welche unter einem kleinern Winkel als von 48° auf die Cornea treffen, zur Pupille, die aber, welche unter einem grössern Winkel auffielen, nur zur vordern Fläche der Iris und bewirken, von ihr zurückgeworfen, die Sichtbarkeit und Farbe derselben. Die durch die Pupille gehenden Strahlen fallen zum grössten Theile durch die Linse und den Glaskörper, so dass sie, wie vorher erwähnt wurde, immer mehr convergiren und endlich auf der Retina in einem Punkte zusammenstossen. Einige Strahlen dagegen, welche unter einem grössern Winkel als von 48° auf die vordere Fläche der Linse fallen, gleiten ab und werden wie die, welche von derselben reflectirt werden, von der *uvea* und dem *corpus ciliare* absorbirt. Da die Lichtstrahlen, welche auf den Randtheil der Linse fallen,

anders gebrochen werden, als die mittlern (s. bei Linse), so wird dieser Rand beim Deutlichsehen durch die Iris bedeckt. Auf der Retina erscheinen die Bilder der Objecte verkleinert und verkehrt, das, was an diesem rechts steht, ist auf jener links, was an diesem oben ist, steht auf jener unten.

a. **Sclerotica** (s. S. 638). Der Hauptzweck dieser dicken und festen fibrösen Membran ist der, dem Bulbus seine Form zu geben, die innern Theile des Auges zu schützen und dessen Feuchtigkeiten zusammen zu halten; ausserdem dient sie auch den Muskeln, welche den Augapfel bewegen, zum Anheftungspunkte und verwehrt vermöge ihrer Undurchsichtigkeit den Lichtstrahlen den Eintritt in das Innere des Auges. Einige meinen, die Einrichtung, dass die Sclerotica in der Mitte am dünnsten sei, scheine auf Veränderungen, welche im Augapfel beim Nah- und Fernsehen vor sich gehen, hinzudeuten und dieselben, in so weit sie durch die geraden Augenmuskeln bedingt sind, zu begünstigen; denn es finde sich jene dünne Stelle gerade da, wo das Auge die stärkste Wölbung habe, so dass die *mm. recti* bei ihrer gemeinschaftlichen Wirkung durch einen Druck auf diese Stelle leicht Veränderungen im Innern des Auges hervorbringen könnten.

b. **Cornea** (s. S. 639). Sie dient zunächst dazu, durch ihr festes Gewebe den vordern Theil des Augapfels zu bilden, den Inhalt desselben zurückzuhalten und von vorn her zu schützen. Wegen ihrer Durchsichtigkeit erlaubt sie den Lichtstrahlen in das Innere des Auges zu dringen; aber nur in sofern, als sie eine convexe Oberfläche vor dem *humor aqueus* bildet, trägt sie zur Brechung der Lichtstrahlen bei. Sie selbst besitzt, wie ein Uhrglas, wenig oder kein Brechungsvermögen, da sie, wegen der Parallelität ihrer convexen und concaven Fläche, die Strahlen so durchlässt, dass die eintretenden und austretenden Strahlen in gleicher Richtung fortgehen. Die geringe Brechungsfähigkeit der Hornhaut ist aber verschieden nach ihrer mehr oder weniger convexen Gestalt, Dicke, Dichtheit und nach der chemischen Beschaffenheit der sie durchdringenden Flüssigkeit. Da die Oberfläche der *cornea* sehr glatt ist, so wird ein Theil des auf sie fallenden Lichtes zurückgeworfen und trägt zu dem Glanze des Auges bei. Dasselbe reflectirte Licht bewirkt die Spiegelbilder, welche hinter der *cornea* entstehen; in diesem Falle wirkt sie wie ein convexer Spiegel. *Magendie* hat gefunden, dass die physischen Eigenschaften der Cornea von der Unversehrtheit des 5. Hirnnervenpaares abhängen.

c. **Choroidea** (s. S. 640). Die Aderhaut dient dem Sehen hauptsächlich durch die Absonderung des schwarzen Pigments, welches sowohl hinter der Retina und dem Strahlenkörper, als hinter der Iris abgesetzt wird. Diese Einrichtung hat denselben Vortheil, wie die Auskleidung der optischen Instrumente auf ihren innern Wänden mit schwarzem Pigment. Dasselbe (am *corpus ciliare* und der *uvea*) absorbirt nämlich die irgend reflectirten Lichtstrahlen und macht, dass sie nicht, zum zweiten Male zur Retina gelangend, die Deutlichkeit der Bilder stören. Ausserdem wird aber durch das schwarze Pigment (hinter der *retina*) auch verhindert, dass das durch die sehr durchscheinende Retina fallende Licht wieder zurückgeworfen wird und auf andere Stellen dieser Membran fällt, wodurch nicht blos Blendung von Uebermaass von Licht, sondern auch Trübung der Bilder entstehen würde. Wie unvollkommen das Sehen beim Fehlen des schwarzen Pigments ist, zeigen die Kakerlaken und die Thiere mit weissen Augen; sie sind vom Tageslichte leicht geblendet und sehen in der Dämmerung leichter. — Das *corpus ciliare* hat zunächst wegen seines schwarzen Pigments die Bestimmung, Lichtstrahlen, welche in zu schräger Richtung nach dem Rande der Linse gehen und reflectirt werden, zu absorbiren. Ausserdem soll es zur Absonderung des *humor aqueus* und, da seine Fortsätze in die Vertiefungen des Strahlenblättchens eingreifen, auch noch dazu beitragen, die Retina und Linse in ihrer Lage zu sichern. Einige (besonders *Hueck*) halten es seiner Lage und seiner der Iris ähnlichen Structur wegen für contractionsfähig. Durch diese Contraction könnte dann aber nichts anderes, als eine Zusammenschnürung

der Linse und so eine Verlängerung ihrer Längenachse, sowie eine stärkere Wölbung ihrer hintern und vorzüglich ihrer vordern Fläche hervorgebracht werden. Diese Veränderungen der Linse sind dann mit einem scheinbaren Vorrücken derselben (durch Verlängerung ihrer Längenachse) verbunden und treten beim Nahesehen ein, während beim Fernsehen die Linse zurücktritt und flacher wird. — Der **Spannmuskel der Choroidea**, *m. tensor choroideae* (s. S. 641), spannt die Choroidea mit der Retina um den Glaskörper an und ruft dadurch vielleicht eine Bewegung der Linse nach vorn hervor.

d. **Iris** (s. S. 643). Die Regenbogenhaut, welche mittels ihrer zahlreichen Gefässe nicht nur die Absonderung des schwarzen Pigments auf ihrer hintern Fläche, sondern wahrscheinlich auch die der wässerigen Feuchtigkeit besorgt, dient dem Sehen hauptsächlich durch ihre Contractilität, indem durch diese sowohl die Erweiterung, als die Verengerung der Pupille vermittelt wird. Bei beiden Zuständen ist die Iris in Activität, während sie sich dann in Ruhe befindet, wenn die Pupille weder erweitert, noch verengert ist. Beide Zustände hängen von den Muskeln *(dilatator* und *sphincter pupillae)* und von den Ciliarnerven ab und werden von den Lichtstrahlen, welche in das Auge und auf die Retina fallen, nicht aber von denen, die auf die Iris treffen, hervorgerufen. — Der Zweck der Bewegungen der Pupille ist aber kein anderer, als das Auge in das richtige Verhältniss zu dem verschiedenen Grade der Intensität des in das Auge fallenden Lichtes und zu der Entfernung der Gegenstände zu setzen. Denn 1) je stärker der Lichteinfluss ist, desto mehr verengert sich die Pupille, umgekehrt aber erweitert sie sich um so mehr, je schwächer das einströmende Licht ist; 2) je näher sich ein Gegenstand, den wir ansehen, dem Auge befindet (je mehr er also Lichtstrahlen ins Auge wirft), um so mehr verengert sich die Pupille, dagegen wird sie beim Ansehen entfernter Gegenstände weiter; 3) die genaue und aufmerksame Beobachtung kleiner Gegenstände verursacht eine Verengerung der Pupille. Demnach dient die Iris *a)* zum Schutze der Retina gegen zu starkes Licht, indem sie nach der verschiedenen Einwirkung desselben in verschiedenem Grade Verengerung der Pupille bewirkt und dadurch den Lichtreiz auf das Auge mehr oder weniger moderirt; *b)* sie hat beim Sehen naher und ferner Gegenstände, und *c)* auf das genaue Erkennen der Objecte grossen Einfluss. — Da die Lichtstrahlen, welche auf den Randtheil der Linse fallen, eine andere Brechung erleiden, als die mittlern oder Centralstrahlen, durch die Aberration wegen der Kugelgestalt, so war für den Zweck des deutlichen Sehens am Auge eine ähnliche Vorrichtung nöthig, wie an den optischen Instrumenten, nämlich eine Bedeckung des Randtheiles der Linse durch ein Diaphragma, und dies ist hier die Iris, welche nur die Centralstrahlen durch ihre offene Mitte, die Pupille, die erweitert und verengert werden kann, zulässt. Indem sich die Pupille in der Dunkelheit und bei geringer Beleuchtung erweitert, kann wenigstens an Menge des Lichtes gewonnen werden, was an Schärfe des Bildes verloren geht. Doch kann auch das Bild der Randstrahlen bei sehr weiter Pupille dann scharf sein, wenn das Bild der Centralstrahlen nicht in der Vereinigungsweite aufgefangen wird und also undeutlich ist. — Die Augenstellung hat ebenfalls Einfluss auf die Pupillenweite, denn die Pupille verengert sich im gleichen Maasse, als der Kreuzungspunkt der optischen Achsen dem Auge genähert wird. Dies geschieht durch Contraction der innern Augenmuskeln, ganz unabhängig vom Lichteinflusse. Durch diese Stellung der Augen nach innen haben wir indirect willkührlichen Einfluss auf die Bewegung der Iris; gewöhnlich erfolgt aber dieselbe ohne irgend einen Zusammenhang mit der Willensthätigkeit auf reflectorischem Wege. — Das Licht dient als Reiz, der Sehnerv als centripetaler Leiter, das Gehirn als Reflexorgan und der Oculomotorius als Bewegungserreger. Doch scheint auch vom Sympathicus aus eine reflectorische Bewegung der Iris zu Stande kommen zu können.

e. **Zonula Zinnii** (s. S. 649). Vom Strahlenblättchen hat man vermuthet: 1) dass es das vordere Ende der Retina ausgespannt, und 2) die

Linse in ihrer normalen Lage erhält. 3) Die Falten desselben sollen nach einigen Physiologen geeignet sein, die Linse anzuspannen. 4) *Rudolphi* sagt: indem die Netzhaut vom Lichte afficirt wird, entsteht in ihr eine Veränderung, die sich dem mit ihr genau verbundenen Strahlenblättchen mittheilt. Auf dem Strahlenblättchen liegen die Ciliarfortsätze genau auf, so dass sie ebenfalls verändert werden müssen, und jede Veränderung desselben muss natürlich auf die Iris den grössten Einfluss haben, da die Uvea so genau mit den Ciliarfortsätzen zusammenhängt. 5) *Döllinger* vermuthet, dass durch die *zonula* die Linse zurückgezogen, dem Grunde des Auges näher gebracht und dadurch das Erkennen entfernter Gegenstände befördert werde. 6) *Arnold* glaubt, dass das Strahlenblättchen nicht nur die Lage der Linse sichert, sondern auch den Glaskörper selbst mit dem Ciliarkörper und der Nervenhaut in einen innigen gegenseitigen Zusammenhang bringt. — Durch den Petitschen Kanal, welcher, wie die Zellen des Glaskörpers, im lebenden Auge wahrscheinlich etwas Flüssigkeit enthält, sollen die Veränderungen, welche die Linse in ihrer Lage beim Nah- und Fernsehen erfährt, möglich gemacht und begünstigt werden.

f. ***Lens crystallina*** (s. S. 647). Die Linse ist wegen ihrer sphärischen Oberfläche und wegen ihres geschichteten Baues das wichtigste Lichtbrechungsorgan des Auges, indem sie die von einem leuchtenden Punkte divergirend ausgehenden Lichtstrahlen sammelt oder wieder in convergirende Richtung bringt und in einen Punkt vereinigt.

Optischer Mittelpunkt der Linse. Da die beiden Flächen der Linse nahe dem Durchgange der Achse so gut als parallel sind, so werden Strahlen, welche durch die Mitte der Achse der Linse schief durchgehen, wenn ihr Ein- und Austritt innerhalb des parallelen Theiles beider Flächen der Linse geschieht, von ihrer Direction nach dem Austritte nicht abweichen (wenigstens nicht viel, doch etwas). Daher ist der mittlere Strahl eines mässig schief auffallenden Strahlenkegels, welcher durch die Mitte der Linsenachse geht, als unverändert in seiner Direction zu betrachten und bestimmend für die Lage des Bildes auf der Retina. Der Punkt in der Achse der Linse, durch welchen die Strahlen ungebrochen (oder sehr wenig gebrochen) durchgehen, d. i. der optische Mittelpunkt der Linse, fällt mit dem Mittelpunkte der Achse der Linse nur dann zusammen, wenn beide Flächen der Linse gleiche Halbmesser haben. Ist die Linse ungleichseitig convex, so liegt er näher der convexen Fläche.

Aberration wegen der Sphäricität. Stets werden die seitlichen Strahlen eines Lichtkegels, welche durch den Rand der Linse gehen (Randstrahlen), stärker gebrochen, als die Achsenstrahlen und kommen so eher zur Vereinigung, als die letztern. Dies rührt daher, dass die Curven der Linsenoberflächen, welche zu einer vollkommen scharfen Vereinigung der Lichtstrahlen in einen Punkt nöthig sind, von der Kugelgestalt abweichen, Linsen aber ohne sphärische Oberfläche nicht erzielt werden können. Man nennt dies die Abweichung, Aberration der Lichtstrahlen wegen der Kugelgestalt. Diese Randstrahlen werden beim Auge durch die Iris (s. diese) abgehalten, und so nur die Centralstrahlen zugelassen, auf welche Art alle Zerstreuungskreise wegfallen und das Bild rein wird. Das Bild wird aber auch rein, wenn das Licht blos durch den Randtheil der Linse durchgeht und der Centraltheil bedeckt wird. Dadurch, dass eine Linse gegen ihre Mitte hin an Dichtigkeit zunimmt, wird die Aberration vermindert, denn dann wird die Brennweite der Centralstrahlen verkürzt und der kürzern Brennweite der Randstrahlen genähert (aplanatische Linse).

Das Brechungsvermögen der Linse ist nach *Brewster*, wenn das der Luft = 1,0000 und das des Wassers = 1,3358 gesetzt wird: der ganzen Linse = 1,3839, der äussern Linsenschicht = 1,3767, der äussern Kernschicht = 1,3786, des Kerns = 1,3999. Der geschichtete Bau der Linse erhöht aber ihre brechende Eigenschaft bedeutend. *Volkmann* hat übrigens gefunden, dass Augen von ganz entgegengesetzten Brechungsverhältnissen vorkommen, solche, wo die Randstrahlen des einfallenden Lichtkegels stärker gebrochen werden, als die der optischen Achse näher liegenden Strahlen, und umgekehrt.

g. ***Humor aqueus*** (s. S. 650). Ueber ihn wölbt sich die Cornea in einem der Sclerotica aufgesetzten Kugelsegmente und gibt ihm so eine linsenförmige, die Brechung der Lichtstrahlen begünstigende Gestalt. Diese werden aber, indem sie aus der Luft eindringen, also aus einem dünnern in ein dickeres Medium, dem Achsenstrahle zugebrochen. Das Brechungsvermögen des *humor aqueus* gegen die Luft wird wie 1,29 : 1 geschätzt, nach *Brewster* ist es = 1,3365.

h. ***Corpus vitreum*** (s. S. 649). Vermöge der brechenden Kraft der Glasfeuchtigkeit, welche etwas schwächer ist als die der Linse (nämlich

= 1,3394, wenn das Strahlenbrechungsvermögen der Luft = 1,0000 und das des Wassers = 1,3358 angenommen wird), entfernen sich die Lichtstrahlen bei ihrem Eintritte aus der Linse in den Glaskörper ein Wenig von dem Perpendikel. Der Nutzen des *corpus vitreum* in Bezug auf den Gang der Lichtstrahlen in dem Auge besteht darin, dass diese gesammelt werden, denn der Glaskörper hat die Form eines concav-convexen Meniscus, bei welchem der Radius der Convexität grösser als der seiner Concavität (der tellerförmigen Grube) ist, so dass er deshalb, und nicht wegen seines relativen Refractionswerthes eine Sammellinse darstellt. Ausserdem wird durch den Glaskörper der Umfang der Retina bedeutend vermehrt und so das Gesichtsfeld vergrössert; auch nützt er durch seine Elasticität, wodurch er von aussen eindringende Schädlichkeiten auf den Augapfel abzuleiten und die Bildung von bleibenden Eindrücken zu vermeiden im Stande ist.

Corpus vitreum und *humor aqueus* haben vielleicht zusammen auch noch den Zweck, in etwas zu verhindern, dass die Bilder auf der Retina mit bunten Rändern umzogen sind; sie stellen vielleicht mit der Linse einen achromatischen Apparat dar (wie in den *Dollond*'schen Fernröhren die Objectivgläser aus Flint- und Kronglas). Dieser ist aber nöthig, da die verschiedenen Farben verschiedenes Brechungsvermögen besitzen und also, wenn ein Lichtstrahl gebrochen wird, aus einander weichen. — Das menschliche Auge ist aber durchaus nicht vollkommen achromatisch, denn es erscheinen die Körper nur dann nicht mit gefärbten Rändern, wenn sie in der passenden Vereinigungsweite sind, sonst werden farbige Säume wahrgenommen.

i. ***Retina*** (s. S. 645). Die Netzhaut, der eigentliche Sitz des Gesichtssinnes, auf welche das Licht lichte Abdrücke oder Bilder von den Gegenständen, von welchen es kommt, und zwar verkehrt entwirft, pflanzt dieselben durch den Sehnerven zum Gehirn fort und bringt sie so zum Bewusstsein. Nur ihr mittlerer Theil ist, wie es scheint, zum Deutlichsehen geeignet, auch scheint die Schärfe der Empfindung von den kleinsten Theilchen der Retina abzuhängen, welche wahrscheinlich einer gesonderten Perception, als im Raum verschieden, fähig sind. *Volkmann* bezweifelt dies, da die kleinsten Netzhautbilder kleiner sind, als die kleinsten und unbekannten Elemente der Retina. — An der Stelle, wo die *art. centralis retinae* eintritt und so eine Lücke in der Nervenhaut entsteht, ist die Retina absolut unempfindlich. — Die Functionen der einzelnen Schichten der Retina sind noch sehr unklar; dass die Faserschicht der Leitung dient, ist allerdings gewiss; ob aber die Zellen- und Glasschicht am Leitungsprocesse Theil nehmen, ist vollkommen unbekannt, ja man weiss nicht einmal, ob diese Gebilde dem Nervengewebe angehören, oder einem andern. Was die Stäbchenschicht anlangt, so glaubt *Volkmann* nicht mit *Brücke* (s. S. 630), dass die Confusion der Gesichtsempfindung durch dieselbe vermieden werden könne, da ja im hintersten dickern Theile der Retina viele Fasern über einander liegen und also ein Lichtstrahl, welcher hier durch die Retina und die Stäbchenschicht dringen soll, unvermeidlich verschiedene Nervenelemente treffen muss.

Einrichtung des Auges für verschiedene Entfernungen. Der Sammelpunkt der Lichtstrahlen hängt von dem Winkel ab, in welchem sie ins Auge fallen. Ist der Sehapparat, sagt *Volkmann*, so eingerichtet, dass er Lichtstrahlen eines Objectes von bestimmter Entfernung auf der Netzhaut vereinigt, so kann er nicht gleichzeitig geeignet sein, auch Lichtstrahlen eines zweiten, entweder näheren oder ferneren Gegenstandes auf derselben zusammenzubrechen. Dies lehrt das Gesetz, dass das Verhältniss zwischen dem Sinus des Einfallswinkels und dem Sinus des Brechungswinkels sich gleich bleibt, mag auch die Neigung des einfallenden Strahles gegen das brechende Mittel eine grosse oder kleine sein. Hieraus ergibt sich: wenn das Auge für entfernte Gegenstände eingerichtet ist und das Licht derselben auf der Netzhaut vereinigt, so werden die Strahlen jedes näher liegenden Objects erst hinter der Netzhaut zur Vereinigung kommen. Wenn dagegen das Auge für ein nahes Object eingerichtet ist und dessen Strahlen auf der Netzhaut sammelt, so wird der Focus für alles aus grösserer Ferne einfallende Licht vor die Netzhaut fallen. Ueberhaupt liegt der Focus jedes näheren Objectes weiter nach hinten, als der eines entfernteren und umgekehrt der Focus jedes entfernteren Gegenstandes mehr nach vorn, als der eines näheren. Thatsachen beweisen auf das Bündigste, dass das Auge keineswegs das Vermögen besitzt, Licht, welches aus verschiedenen Entfernungen einfällt, mit gleicher Vollkommenheit auf der Netzhaut zu sammeln. Dagegen lehrt die alltägliche Erfahrung, dass wir Gegenstände der verschieden-

sten Entfernungen in der Zeitfolge gleich deutlich sehen können, und da dies gleichzeitig nicht möglich ist, so muss das Auge das Vermögen besitzen, sich der Entfernung entsprechend einzurichten. Diese Fähigkeit nennt man Einrichtungs- oder Accommodations- (Adaptations-) Vermögen. Verschiedene Individuen besitzen es in verschiedenem Grade. Kein Mensch kann Objecte deutlich sehen, welche dem Auge über einen gewissen Punkt (d. i. der Gränzpunkt) genähert werden, und ebenso besteht ein entferntester Punkt (d. i. der Fernpunkt), über welchen hinaus ein vollkommen deutliches Sehen nicht möglich ist. Bei Weitsichtigen *(presbyopes)* ist der Gränzpunkt weiter vom Auge entfernt, als bei Kurzsichtigen *(myopes)*: bei ersteren fällt der Gränzpunkt beinahe mit dem Fernpunkte zusammen, und auch bei Kurzsichtigen liegen beide Punkte einander nahe. Bei guten, scharfsichtigen Augen liegt der Gränzpunkt etwa 5—7'' (bei Myopes 2—3''), der Fernpunkt gegen 50'' von der Cornea entfernt. — Es ist noch nicht ermittelt, ob bei ruhendem Auge dasselbe mehr für das Fernsehen oder für das Nahesehen eingerichtet ist. Nach *Volkmann* ist das Erstere der Fall und wir bedürfen deshalb zur Accommodation nur einer einseitigen Thätigkeit, nämlich nur einer solchen, welche die Focalweite vergrössert. Die Mittel, vermöge welcher das Auge sich den verschiedenen Entfernungen adaptirt, sind bis jetzt noch ganz unbekannt. Die früher hierüber aufgestellten Hypothesen (wie: die Form- und Lageveränderungen des Bulbus durch die Augenmuskeln, die Gestalts- und Ortsveränderung der Linse durch den Ciliarkörper oder Choroideaspanner, die Erweiterung und Verengerung der Pupille) sind theils höchst unwahrscheinlich, theils ganz unhaltbar.

Engel zieht aus seinen Untersuchungen über das Accommodationsvermögen des Auges folgende Schlüsse. Die Accommodation des Auges ist in keinem Falle eine willkührliche oder überhaupt veränderliche, sondern wenn sie besteht, ist sie an unveränderliche Bedingungen geknüpft, und wird nur in etwas durch die Stellung des Bulbus und die Zusammenziehung der Iris unterstützt und erleichtert.— Die Accommodation hat ihren Grund in der Linse. Sie ist für kein Auge eine vollständige, sondern nur innerhalb gewisser beim scharfen Auge ziemlich weiter Gränzen vorhanden. Strenge genommen vereinigen sich in keinem Auge die Strahlen naher und ferner Gegenstände in demselben Punkte hinter der Linse, indem selbst bei dem schärfsten Auge (innerhalb der Gränzen von 2—216000'') ein Unterschied in der Vereinigungsweite von 0,0008 P. Z. besteht; die Retina besitzt aber nicht das Vermögen, so kleine Unterschiede in der Deutlichkeit wahrzunehmen, es sei denn, dass wir die gespannteste Aufmerksamkeit darauf verwenden, und uns einer Vergrösserung bedienen. — Bei weniger scharfen Augen ist der Unterschied in der Vereinigungsweite grösser, beim kurzsichtigen Auge beträgt derselbe 0,0115 P. Z. und die Kurzsichtigkeit hat eben darin ihren ersten und hauptsächlichsten Grund. — Jedes Auge scheint nur für das gewöhnliche deutliche Sehen accommodirt zu sein; vom kurzsichtigen gilt dies ohne Ausnahme. Bei Gegenständen, deren Unterschied in der Entfernung nicht so gross ist, als der bezeichnete, wird der Unterschied in der Vereinigungsweite der Lichtstrahlen noch weniger empfunden; selbst mit Hülfe des mit einer Sammellinse versehenen Mikroskops ist man nicht im Stande, einen Unterschied der Bilder zu finden, wenn die Gegenstände blos um einige Zolle von einander abstehen. Und je geringer die Vergrösserung, desto unsicherer wird unser Urtheil über die gegenseitige Distanz der Bilder. — Das Doppelsehen mit einem Auge muss bei Kurzsichtigen leichter erscheinen, als bei Weitsichtigen. Das Doppelsehen mit einem Auge ist beim scharfen Auge nur bei zu nahen Gegenständen, nicht leicht aber bei fernen Gegenständen möglich. — Das beliebige Fixiren verschieden entfernter Gegenstände beruht auf Täuschungen, indem man entweder einen Gegenstand so nahe bringt, dass überhaupt kein Deutlichsehen desselben möglich wird, oder indem man von zwei Gegenständen den einen im directen, den andern im gebeugten Lichte betrachtet, oder indem man durch anhaltendes Betrachten eines Gegenstandes das Auge momentan für einen zweiten abstumpft. — Der *Scheiner*'sche und *Mile*'sche Versuch setzen das Auge in so ungewöhnliche Verhältnisse, indem sie eine sehr kurze Vereinigungsweite der Lichtstrahlen bewirken, dass sie zur Beweisführung über die Accommodation nicht angewendet werden können und eben so wenig zur Construction eines Optometers passen. (Der *Scheiner*'sche Versuch besteht darin, dass man durch eine Karte 2 kleine Löcher sticht, etwa in der Distanz einer Linie, und durch diese Löcher 2 Nadeln betrachtet, von denen die eine näher, die andere entfernter aufgesteckt ist, so nämlich, dass beide in die Sehachse und innerhalb der Gränzen des deutlichen Sehens zu stehen kommen. Fixirt man nun beliebig die eine oder die andere Nadel, so erscheint jedesmal die nicht fixirte doppelt und nur die fixirte einfach. — Nach *Mile* sticht man nur ein Löchelchen in eine Karte und stellt 2 Stecknadeln in einiger Entfernung hinter einander in der Visirlinie auf. Befindet sich die vordere Nadel in passender Sehweite und folglich die hintere in zu grosser Ferne, so bemerkt man bei seitlicher Verschiebung der Karte, dass die sich anfänglich deckenden Nadeln aus einander treten. Die in passender Sehweite aufgesteckte Nadel behauptet bewegungslos ihren Stand, die zu fern liegende Nadel dagegen bewegt sich mit dem Diopter in entsprechender Richtung. Befindet sich die entfernte Nadel in passender Sehweite und die vordere steht dem Auge zu nahe, dann dreht sich die Erscheinung um.)

Bewegung des Augapfels. Da der in der Orbita befindliche Theil des Bulbus ziemlich genau kugelförmig ist und die umgebenden Theile eine vollkommen passende Kapsel um denselben bilden, so können die Bewegungen des Augapfels nur in Rotationen um sein Centrum bestehen. Nach *Volkmann* liegt dieser unbewegliche Drehpunkt ungefähr 5,6''' hinter dem vordersten Punkte der Cornea, und ungefähr 1,6''' vom Kreuzungspunkte der Richtungslinie entfernt. Die Muskeln, welche das Auge bewegen, sind die 4 *mm. recti* und 2 *obliqui;* alle 6 Muskeln erhalten Zweige vom *nervus oculomotorius* und können nach *Volkmann* wahrscheinlich auch von diesem Nerven

aus in Bewegung gesetzt werden. [Es ist deshalb auffallend, dass der *m. rectus externus* und *obliquus superior* noch besondere Nerven (den *nerv. abducens* und *trochlearis*) erhalten]. Die Hauptbewegungen des Auges kommen um 3 Achsen zu Stande und erfordern deshalb 3 Muskelpaare. Der *m. rectus externus* und *internus* bewegen das Auge um eine Achse, welche von oben nach unten durch den Bulbus dringt, der *m. rectus superior* und *inferior* bewegen denselben um seine Querachse, und die *mm. obliqui* drehen den Bulbus um eine Achse, welche annäherungsweise von der Eintrittstelle des Sehnerven durch das Centrum des Auges zum äussersten Punkte der Iris geht. Diese Achse schneidet sich demnach unter einem ziemlich spitzen Winkel mit der Sehachse; der *m. obliquus superior* rollt den Bulbus dem Auge der andern Seite zu, während der *m. obliquus inferior* die entgegengesetzte Bewegung erzeugt. Nach *Hueck's* Entdeckung kommt diese rollende Bewegung unwillkührlich (als Mitbewegung) zu Stande, sobald wir den Kopf seitwärts nach einer Schulter neigen. Die Rotation geschieht hierbei nicht um die Achse der schiefen Augenmuskeln, sondern um die optische Achse; die Iris dreht sich ganz deutlich um den Mittelpunkt der Pupille, was nur dadurch erklärlich ist, dass die Fixation der Augenachse durch die *mm. recti* nur eine Drehung um diese zulässt. Die Bewegungen des Bulbus nach aussen-unten, aussen-oben, innen-unten, innen-oben geschehen nicht durch die *mm. obliqui*, sondern durch das passende Zusammenwirken zweier Recti (nach dem Parallelogramm der Kräfte).

Wie sich überhaupt, sagt *Volkmann*, in den Bewegungen der willkührlichen Muskeln Associationen wahrnehmen lassen, welche durch gewisse organische Zwecke ein für alle Male gefordert sind und durch den Einfluss des Willens nicht gestört werden können, so finden sich auch in den Bewegungen der Augenmuskeln gewisse zweckmässige Combinationen, welche die Launen der Willkühr beschränken und diejenigen Augenstellungen, mit welchen sie sich im Widerspruche befinden würden, ausschliessen. Der Zweck, welcher die Augenbewegungen beherrscht, ist dieser, correspondirende Theile der Netzhäute dem Gesichtsobjecte gegenüber zu stellen, und nur, wenn das Object im Kreuzungspunkte der Sehachsen liegt, ist dieser Zweck erreichbar. Daher combiniren sich von den Muskeln der beiden Augen auch nur solche, welche eine Kreuzung der Sehachsen in einem Punkte zu Stande bringen. Eine combinirte Wirkung eines obern und untern Augenmuskels ist nicht ausführbar, indem ein derartiges Muskelspiel mit der geforderten Kreuzung unvereinbar ist. Zulässig ist dagegen das Zusammenwirken von je zwei innern, obern oder untern Augenmuskeln, desgleichen eines äussern und eines innern, je nachdem wir die Augen auf einen nahe liegenden Gegenstand, auf ein Oberes, Unteres oder Seitliches richten wollen. Auch die beiden äussern Augenmuskeln können sich zu einer gemeinsamen Thätigkeit verbinden, wenn es darauf ankommt, die Augen von einem nahen Punkte auf einen fernen zu richten. Hinsichtlich der schiefen Augenmuskeln, so rotirt bei stattfindendem Parallelismus der Augenachsen und bei seitlicher Neigung des Hauptes das eine Auge nach aussen, das andere nach innen; es combiniren sich also die ungleichnamigen Muskeln. Dagegen verbinden sich beim Sehen nach oben und innen, oder nach unten und innen, die gleichnamigen schiefen Augenmuskeln, im erstern Falle die beiden untern, im zweiten die obern. Räthselhaft ist es, nach *Volkmann*, dass die 4 *mm. recti* der Willkühr gehorchen und die *obliqui* nicht.

III. Riechorgan.

Das Organ, in welchem der Geruchsinn seinen Sitz hat, ist die **Nasenhöhle** (s. Bd. I. S. 644), und als Erfordernisse zum objectiven deutlichen Riechen sind zu betrachten: dass der in der Nasenhöhle ausgebreitete specifische Geruchsnerv, der *olfactorius*, gehörig empfindlich sei, dass eigenthümliche, in der atmosphärischen Luft enthaltene „riechbare" Stoffe und zwar mit Hülfe von Strömungen der Luft der die Riechnerven deckenden feuchten Schleimhaut zugeführt werden, und dass durch Seelenactionen die richtige Empfindung möglich gemacht werde. Andere als Geruchsempfindungen, welche in der Nasenhöhle vorkommen (wie das Gefühl der Wärme und Kälte, des Juckens, Kitzelns und des Schmerzes), rühren vom Trigeminus her, ebenso kommen durch diesen Reflexbewegungen (Niesen, Augenblinken) und Mitempfindungen zu Stande.

Die äussere Nase ist hinsichtlich ihrer Gestalt und Grösse sehr vielen Modificationen unterworfen und variirt vorzüglich auf dreierlei Art, nämlich als: Habichts-, Stumpf- und aufgeworfene Nase. Diese Varietäten treten bei den einzelnen Menschenraçen am deutlichsten hervor. 1) Die Habichtsnase, welche sich durch ihre starke Hervorragung, die Schmalheit und Wölbung des Rückens nach aussen auszeichnet, kommt der kaukasischen Menschenraçe zu. Dabei sind die Nasenhöhlen zugleich weniger geräumig. — 2) Die Stumpfnase, bei welcher die Wurzel eingedrückt ist, der Rücken mehr zur horizontalen als senkrechten Richtung hinneigt und der untere Theil breit und flach wird, gehört der äthiopischen und mongolischen Raçe an. — 3) Die aufgeworfene Nase unterscheidet sich von der Stumpfnase durch ihre mehr aufwärts gewandten Nasenlöcher. Sie ist am deutlichsten in den malayischen und chinesischen Gesichtern ausgeprägt. — Die äussere Nase dient nicht allein als Luft ein- und auslassender Theil, sondern auch zur Bedeckung des Geruchorgans und Abwehrung schädlicher rauher Einflüsse von aussen.

Die **Entwickelung des Geruchsorgans** beginnt beim menschlichen Embryo weit später als die der andern Sinnesorgane und die Ausbildung steht ebenfalls hinter diesen zurück. Bis gegen das Ende des 2. Monats ist die Nasenhöhle noch nicht von der Mundhöhle getrennt und erst in den 3. Monat fällt die Bildung des Gaumens. Die Nasenlöcher sind nach *Burdach* in der 6. Woche nur verdünnte Hautstellen, in der 7. dagegen kleine, durch einen breiten Mitteltheil getrennte und wegen Kürze der Oberlippe dem Munde nahe liegende Oeffnungen. In der 8. Woche erhebt sich die Nase als ein Wulst, welcher in der 9. noch niedrig und sehr breit ist; nun werden die Nasenlöcher durch einen hautartigen Pfropf geschlossen, welcher bis zum 5. Monate verharrt. Der Riechnerv ist bis zum Ende des 3. Monats hohl. In der Mitte des Fötuslebens wird durch Vergrösserung der Oberlippe die Distanz der Nase vom Munde grösser; im 7. Monate wird die Scheidewand schmäler und die Nasenlöcher rücken einander näher. Die Nasenhöhle selbst bleibt eng und wie von oben zusammengedrückt; die Siebbeinzellen und Kinnbackenhöhlen sind selbst zur Zeit der Geburt noch sehr klein und wenig ausgebildet, die Stirn- und Keilbeinhöhlen fangen erst nach der Geburt nach und nach an zu entstehen. Die grössere Ausbildung des Geruchsorgans fällt in die Zeit, wo sich die Sprache entwickelt und in die Zahnperioden; die Vollendung erreicht es jedoch erst in den Jahren der Pubertät, gleichzeitig mit den Respirationsorganen.

Der Sitz des Geruchssinnes ist die Schleimhaut der Nasenhöhle, denn die Nebenhöhlen nehmen an den Empfindungen des Geruchs keinen unmittelbaren Antheil, sondern scheinen das Riechen nur dadurch zu unterstützen, dass sie viel wässerigen Schleim (Schleimsaft) absondern, der die Schneidersche Haut fortwährend feucht erhält und besonders dazu zu dienen scheint, die riechbaren Stoffe aufzulösen und länger an der Oberfläche der nervenreichen Schleimhaut zurückzuhalten. *a)* Die erste Bedingung des Geruchs ist nun aber der specifische Nerv *(nerv. olfactorius)*, dessen materielle Veränderungen in der Form des Geruchs empfunden werden. Mangel oder Krankheit dieses Nerven hebt den Geruch auf. *b)* Die zweite Bedingung ist eine bestimmte materielle Veränderung dieses Nerven durch den Reiz oder das Riechbare, was aber durchaus erst im Nasenschleime aufgelöst werden muss, ehe es den Geruchsnerven afficiren kann. Es ist demnach *c)* eine dritte Bedingung des Riechens die Befeuchtung der Nasenschleimhaut, denn die Feuchtigkeit ist das Vehikel, durch welches die Riechstoffe zum Nerven gelangen. Da die Riechnervenausbreitung ausser vom Nasenschleime auch noch vom Epithelium und einer Faserschicht der Schleimhaut bedeckt ist, so ist es freilich etwas zweifelhaft, ob das Riechbare diese Theile durchdringe oder durch eine Art von Erschütterung den Nerven afficire. *d)* Als vierte Bedingung ist eine Strömung der Riechstoffe durch die Nasenhöhle anzusehen, welche durch das Athmen hervorgebracht wird.

Das Riechbare sind in der Luft äusserst fein zertheilte Stoffe, Ausdünstungen der Körper im gasförmigen Zustande, oft so subtiler Art, dass es kein Reagens für ihre Nachweisung, als eben den Geruchsnerven gibt. Lange Zeit glaubte man, dass der riechbare Theil der Körper ein ganz eigenthümliches und von allen übrigen Bestandtheilen dieser Körper verschiedenes Princip sei, welches man *aroma* nannte. *Fourcroy* hat dagegen bewiesen, dass das Riechbare in nichts Anderem, als in verdünnten Moleculen der Körper bestehe, welche der Wärmestoff frei gemacht hat und die nun, durch die Luft aufgelöst und getragen, bis zur Riechhaut gelangen. Er theilte die Gerüche nach der chemischen Natur der Körper in *odeurs extractives ou muqueuses*, *huileuses fugaces, volatiques, aromatiques, acides* und *hydrosulphureuses*. Einige Chemiker glauben die Ele-

mente der riechenden Stoffe im Wasserstoffe zu finden, weil jeder Körper in dem Verhältnisse stärker riecht, als Wasserstoff mit ihm in Verbindung tritt (z. B. bei der Fäulniss). Gewiss ist, dass Wasserdunst einen der besten Träger der Riechstoffe abgibt. Einen merkwürdigen Einfluss der Farbe auf die Riechstoffe hat man neuerlich beobachtet. So fand *Stark*, dass den animalischen Substanzen eine bei weitem grössere Anziehungskraft zu jenen Stoffen zukomme als den vegetabilischen, und dass diese Kraft an allen Stoffen, thierischen und vegetabilischen Ursprungs, durch die Dunkelheit und Intensität der Farbe erhöht werde, sowie dass die Absorption der Gerüche durch farbige Substanzen sich nach demselben Grundsatze richte, wie die Absorption des Lichtes und der Wärme. Die Abstufung ist: schwarz, blau, roth, grün, gelb, weiss (deshalb in den Hospitälern weisse Zimmer und weiss gekleidete Krankenwärter). *Linné* theilt die Gerüche in *odores aromatici, fragrantes, ambrosiaci, alliacei, hircini, tetri, nauseosi*; *Lorrey* in alkalische, saure, kampherartige, ätherische und narkotische. *Haller* nahm blos auf das Gefühl Rücksicht und unterschied angenehme, unangenehme und indifferente Gerüche. Gewöhnlich pflegt man die Riechstoffe blos empirisch nach gewissen Körpern zu benennen, z. B. Rosen-, Nelken-, Moschusgeruch u. s. w., oder man entlehnt die Benennung von den Eindrücken des Geschmackes. Einige leugnen das Dasein eigener Riechstoffe und betrachten das Riechen rein dynamisch, indem sie statt des Riechstoffs eine eigene Modification der Luft, wie beim Schalle und Lichte, annehmen. — Die Atmosphäre wird um so leichter Gerüche aufnehmen, je wärmer und feuchter sie ist, und diese werden sich um so weiter verbreiten, je bewegter die Luft ist. [So soll man die Insel Ceylon schon 8 Meilen und die spanische Küste 40 Meilen weit vom Meere riechen können.] Die Riechstoffe kommen, wenigstens bei luftathmenden Thieren, niemals in einem andern Medium zur Empfindung, als wenn sie durch die Luft fortgepflanzt werden; in Flüssigkeiten befindliche und in die Nase eingespritzte stark riechende Stoffe werden nicht gerochen.

Die Gerüche werden am deutlichsten im obersten Theile der Nasenhöhle wahrgeommen, weil hier die Schleimhaut am meisten entwickelt und der grösste Theil des Riechnerven verbreitet ist. Deshalb ziehen wir auch, um einen Geruch mehr zu geniessen, die Luft bei geschlossenem Munde und weiten Nasenlöchern in breitem Strome und mit grösserer Kraft schneller und wiederholt in die Nase (Schnopern). Bei widerlichem Geruche hält man dagegen die Nase zu und den Athem an. — Bei den Thieren, besonders bei den Fleischfressern, ist der Geruchssinn weit mehr, als beim Menschen entwickelt, und dies rührt von der grössern Räumlichkeit der Nasenhöhle, stärkern Wölbung der Muscheln und von der Bildung der Geruchskolben her. — Die Geruchsempfindung bleibt noch einige Zeit zurück, nachdem der riechende Stoff entfernt ist, entweder weil kleine Partikelchen desselben zurückgeblieben oder als Nachempfindung. Durch Aufmerksamkeit kann man sich bei einer neuen Geruchsempfindung schon vorhandener früherer erinnern und auch an demselben Gegenstande mehrere Gerüche unterscheiden. Durch Vorstellungen von Gerüchen entstehen subjective Gerüche; eben solche kommen auch bei Krankheiten des Geruchsorgans und Gehirns zu Stande.

IV. Geschmacksorgan.

Das deutliche Schmecken wird, wie jede Sinnesverrichtung, bedingt durch das Zusammentreffen mehrerer Verhältnisse, nämlich: durch den mit der eigenthümlichen Fähigkeit zur Aufnahme von Geschmackseindrücken begabten Nerven; durch die Verbreitung dieses Nerven in einem besondern Organe; durch die materielle Berührung des in den Feuchtigkeiten des Geschmacksorganes aufgelösten Geschmacksobjectes (des sogen. Schmeckbaren) mit dem specifischen Nerven, und wahrscheinlich auch durch gewisse Seelenactionen (Urtheile). Wie über die andern Sinnesverrichtungen, so herrscht auch über das Schmecken noch grosse Dunkelheit, ja man ist noch nicht einmal über den Sitz dieses Sinnes einig. Allerdings ist es deutlich, dass das hauptsächlichste Geschmacksorgan die Zunge ist, allein auch andere Theile der Mundhöhle scheinen die Fähigkeit zu besitzen, Geschmackseindrücke aufnehmen zu können. So die Gegend um den weichen Gaumen und die Fauces (im Bereiche des *nerv. glossopharyngeus?*); selbst die Luftröhrenschleimhaut soll schmecken können. Allein alle Angaben über

den Geschmack anderer Theile, als der Zunge, sind sehr zweideutig und neuerlich nennt man nur die Zunge als Geschmacksorgan. Sie besitzt vorzugsweise an der Spitze und Wurzel, ferner auch, doch in geringerem Grade, an der unteren Fläche und den Seitenrändern die Fähigkeit zu schmecken, während der mittlere Theil ihres Rückens fast gar nicht schmeckt. Die meisten Beobachtungen vereinigen sich dahin, dass der hintere Theil der Zunge lebhaftere und deutlichere Geschmacksempfindungen hervorrufe als andere Partieen derselben, dass das Tastgefühl (s. S. 618) dagegen an der Spitze am lebhaftesten, und dass die Empfindlichkeit für ekelerregende Einflüsse an der Wurzel am deutlichsten sei.

Die **Zunge** (s. Bd. I. S. 656), deren wesentliche Grundlage eine fleischige ist, die wohl mehr dem Kauen, Schlingen, der Sprache und dem Getaste, als dem Geschmacke dient, scheint nur durch ihren wärzchenreichen Schleimhautüberzug für letzteren Sinn eingerichtet zu sein. Die Zungenschleimhaut unterscheidet sich übrigens in ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich von andern Schleimhäuten; der schleimabsondernde Apparat ist in ihr stark entwickelt; es sind theils einfache Bälge, theils zusammengesetzte Drüschen, welche besonders an der Zungenwurzel dicht gedrängt stehen und mit weiten Oeffnungen an der Oberfläche der Schleimhaut ausmünden. Ausgezeichnet vor andern Schleimhäuten ist die Zungenschleimhaut durch die, aus Gefäss- und Nervenschlingen zusammengesetzten und den Hautpapillen ähnlichen Wärzchen. Das Epithelium der Zunge ist, besonders auf dem Rücken derselben, viel stärker als anderswo, und besteht aus polyedrischen Zellen (Pflasterepithel), die sich als sogenannter Zungenbeleg abstossen. Die durch den Speichel und Schleim gelösten schmeckbaren Substanzen müssen sich erst durch dieses Epithelium durchsaugen, um auf die Nerven der Papillen Geschmackseindrücke hervorzubringen (wenn man nämlich nicht annehmen will, dass eine Art von Erschütterung den Nerven afficire). Trockene Stoffe in trockener Mundhöhle erregen keinen Geschmack; die Geschmacksobjecte müssen durchaus gelöst sein, bevor sie empfunden werden. — Unter den Wärzchen scheinen die fadenförmigen vorzugsweise zum Tasten, dagegen die *papillae vallatae* und *fungiformes* mehr für den Geschmack eingerichtet zu sein; die letzteren schmecken aber nach *Huschke* nicht nur, sondern tasten auch feiner, als die *filiformes*, sind also in jeder Hinsicht die vollkommensten und häufen sich deshalb vorzüglich an der Zungenspitze an. An allen Theilen der Zunge sind nach *Huschke* aber die Hauptorgane die Geschmacksfäden *(villi linguales s. fila gustatoria)*, d. s. feine kegel- und blattförmige Villi, welche auf und neben den Wärzchen stehen und die eigentlichen empfindenden Zotten der Mundhöhle sind. Je mehr solche Fäden, je dichter sie stehen, je zarter, durchdringlicher und röther sie sind, desto feiner ist der Geschmack, während im Gegentheil durch ein dickes Epithelium (Zungenbeleg) ihre Empfindlichkeit sehr abnimmt. Sie sind das für die Schleimhaut, was die Primitivfäden für die Zungennerven. Es werden durch sie diese Primitivfäden mit einer grossen Oberfläche versehen, so dass sie von allen Seiten dem Einflusse der Geschmäcke ausgesetzt sind. Nach *Horn's* Versuchen scheinen nicht alle Substanzen auf den verschiedenen Papillen der Zunge gleich zu schmecken. Auf der Wurzel hat der schärfste Geschmack statt und hier findet sich auch der Nachgeschmack. Die sauren und süssen Substanzen scheinen mehr mit der Zungenspitze, die alkalischen und bittern hingegen mehr auf der Zungenwurzel wahrgenommen zu werden. Geschärft wird der Geschmack durch wiederholtes Andrücken, Reiben und Bewegen der schmeckbaren Substanz zwischen Gaumen und Zunge.

Die Ansichten über den Nerven, welcher den Geschmack vermittelt, sind ebenso mannichfaltig, als die über den Sitz des Geschmackssinnes. Dass

von den 3 Zungennerven der Hypoglossus der Bewegung diene, kann als unzweifelhaft angesehen werden. Dagegen streitet man noch darüber, ob nur der *ramus lingualis* vom *trigeminus* oder der vom *glossopharyngeus* specifischer Geschmacksnerv sei, oder ob beide Zungenäste Geschmacksempfindungen vermitteln. Die Vertheilung des Geschmackes und des Tastsinnes an verschiedene Zungenstellen, sodann die Erfahrung: dass die Geschmack- und Tastempfindung an verschiedene von einander unabhängige organische Bedingungen geknüpft sind, dass ferner die Stellen der Zunge (Wurzel), wo sich der Glossopharyngeus verbreitet, am besten schmecken, während den Partieen, in denen sich der Trigeminus verbreitet, vorwaltend Tastgefühl zukommt, dass in keinem Sinnesorgane der Trigeminus andern als Tast- oder Allgemeingefühls-Empfindungen vermittelt, — machen es mehr als wahrscheinlich, dass der Glossopharyngeus der Geschmacks- und der Lingualast des Trigeminus der Gefühlsnerve der Zunge sei. Auch ist dies von *Panizza*, *Valentin* und *Stannius* durch das Experiment nachgewiesen. — Man ist übrigens im Stande, zwei Geschmackseindrücke zugleich oder kurz hinter einander aufzufassen, den Geschmack durch Aufmerksamkeit deutlicher zu machen und selbst Geschmacksempfindungen zu reproduciren. Durch mechanische Reizungen der Zunge, bei Zungen-, Mund- und Hirnkrankheiten, soll zuweilen subjectiver Geschmack entstehen.

Die schmeckbaren Stoffe, Geschmacksobjecte, sind ihrer innern Natur nach wenig oder gar nicht gekannt; man weiss durchaus nicht, welche Eigenschaften einem Körper zukommen müssen, damit er schmeckbar sei. Als allgemeinstes Merkmal lässt sich nur die Auflöslichkeit desselben angeben; Stoffe, welche Geschmäcke hervorbringen sollen (d. s. schmeckbare, sapide), müssen entweder schon aufgelöst sein, ehe sie in den Mund gebracht werden, oder hier in dem Speichel oder Schleim sich lösen. Die Sapidität der Stoffe scheint im Verhältnisse zu ihren chemischen Bestandtheilen zu stehen. Früher betrachtete man (natürlich mit Unrecht) das Salz als das Agens, welches den Geschmack erregt und schrieb der verschiedenen Form der Salzkrystalle die Verschiedenheit des Geschmackes zu. Eine Classification der Geschmäcke ist unmöglich, da wir blos subjectiv über das Angenehme oder Unangenehme der Geschmacksempfindungen urtheilen können (also *de gustibus non disputandum est*). Als die hauptsächlichsten Geschmäcke nennt man: den saueren, süssen, salzigen, bittern, scharfen, herben, alkalischen, faden, metallischen, fauligen, fettigen, gewürzhaften und brenzlichen Geschmack. — Die die Geschmacksempfindungen bedingenden und durch die Geschmacksobjecte hervorgerufenen Vorgänge auf der Zunge sind ebenfalls noch unerforscht.

NB. Die von *Fleischmann* beschriebenen 2 Unterzungenschleimbeutel, *bursae mucosae sublinguales*, hält *Hyrtl* nicht für Schleimbeutel, sondern für einfache, noch geschlossene Drüsenbläschen. Sie liegen, von lockerm Zellgewebe umgeben, als kleine plattrundliche, weissliche, dünnwandige Säckchen, regelmässig rechts und links neben dem Zungenbändchen hinter dem Bartholin'schen Gange über dem *mscl. genioglossus*; sie sind innerlich häufig durch Zellscheidewände in mehrere Abtheilungen gebracht; die rechte Bursa ist in der Regel grösser.

Die von *Blandin* entdeckte und neuerlich von *Nuhn* der Vergessenheit entrissene Zungendrüse in der Spitze der Zunge, welche ein Prärogativ der menschlichen Zunge zu sein scheint, mündet mit ihren Ausführungsgängen am freien Rande der *plica fimbriata*. Diese Plica, der letzte Ueberrest der getrennten embryonischen Verwachsung der Zunge mit dem Mundboden, findet sich an der untern Fläche der Zunge zu beiden Seiten des Frenulum.

Entwickelung der Zunge. Die Zunge entwickelt sich in der 6. bis 7. Woche, nachdem die beiden ersten Kiemenbogen, der zukünftige Unterkiefer, sich geschlossen haben; und zwar entsteht sie als eine Erhebung des Schleimblattes durch eine dichtere und zuerst körnige Masse. Die Zungenspitze ist anfangs durch eine kleine Spalte in 2 Hälften getrennt; auf der vorher glatten Oberfläche bilden sich erst später die Papillen und zwar gleich in ziemlicher Stärke aus. Die Grösse und Dicke der Zunge ist in frühester Zeit sehr bedeutend, auch ragt sie deshalb gewöhnlich aus der Mundhöhle, mit deren Boden sie in grossem Umfange zusammenhängt, hervor.

Zähne, *dentes*.

Die Zähne (s. Bd. I. S. 653) — die passiven Kauwerkzeuge, welche sich vermöge ihrer Härte und Form, die eine meisel-, zapfen- und

stampfenähnliche ist, ausgezeichnet zu mechanischen Zertrümmerungsmitteln der Nahrung eignen, werden von 3 Substanzen zusammengesetzt, nämlich vom Zahnschmelze, von der Zahn- und der Knochensubstanz. Früher wurden die Zähne als anorganische Producte des Organismus angesehen und zu den Horngebilden gezählt. Allein das Mikroskop wies die Organisation der Zähne nach, und die Physiologie entdeckte theilweise die Ernährungs- und Wachsthumsverhältnisse derselben. Nur der Zahnschmelz steht auf der untersten Stufe organischer Gebilde, er wird niemals reproducirt. Ihren äussern Eigenschaften nach gehören die Zähne zum Knochensystem, ihrer Entwickelung nach zu den Horngebilden, obschon die Elemente dieser letztern gänzlich in den Zähnen fehlen. Sie unterscheiden sich von den Knochen dadurch: *a)* dass sie ursprünglich nicht Knorpel waren, sondern eine pulpöse nach und nach erhärtende Masse; *b)* dass ihre Bildung mit einem ganzen, sich immer gleichbleibenden Umrisse beginnt und blos nach einer Richtung an Wachsthum zunimmt; *c)* dass ihre Höhle bei zunehmendem Alter enger wird, bei den Knochen dagegen weiter; *d)* dass, wenn Zahnsubstanz verloren gegangen ist, sie nicht wieder ersetzt wird; *e)* dass sie mit einem Theile (der Krone) stets unbedeckt sind. Nach *Purkinje* ist der Hauptunterschied, dass die Zahnsubstanz röhrig und nicht blättrig ist und keine Körner, wie beim Knochen, einschliesst; es mangeln ihr auch Kanäle für Adern und Zellen für das Knochenfett.

1) **Zahnschmelz, Glasur, Email,** *substantia vitrea s. corticalis.* Diese porcellainähnliche, sehr glatte und äusserst harte, glänzende, halbdurchsichtige Substanz überzieht nur die Kronen der Zähne, wo sie besonders an der Kaufläche dick aufgetragen ist, und gibt diesen mehr Festigkeit und Härte, damit sie sich nicht sobald abnutzen. Ihre Farbe ist weiss, bläulich oder gelblich; bei weissen Zähnen ist das Email mittelmässig stark aufgetragen, enthält weniger Gelatina und bricht deshalb leicht; die gelben Zähne, wo die gelatinöse Substanz prävalirt, sind am festesten; kreideweisse Zähne haben eine starke Emaillage, aber wenig Gelatine und das Email zerbröckelt deshalb leicht; bläulichweisse Zähne sind am zartesten, haben eine ganz dünne Schicht von Schmelz und springen leicht. Der Zahnschmelz, die dichteste, schwerste, sprödeste und härteste Masse im Körper, hängt innig mit dem unter ihr liegenden Zahnbeine zusammen, obgleich die Gränzlinie zwischen beiden scharf und deutlich zu sehen ist, und springt durch starke mechanische Einwirkung oder durch plötzliche Einwirkung von Kälte nach vorhergegangener Wärme leicht von diesem ab. Auf der Bruchfläche erscheint der Schmelz mattglänzend und rauher, und zeigt geschlängelte Fasern, welche sämmtlich gegen den Mittelpunkt der Krone hin gerichtet sind, also auf der Kaufläche senkrecht, auf den Seitenflächen quer laufen, und gegen die Zahnhöhle hin leicht convex gekrümmt sind. Diese Fasern (welche an den Zähnen Erwachsener nicht mehr genau wahrzunehmen sind) liegen ohne Zwischensubstanz unmittelbar an einander, haben nach innen zu einen mehr gewundenen, nach aussen hin einen nur sanft wellenförmigen Verlauf, und es scheinen, da der Schmelz an der Oberfläche der Krone eine grössere Fläche einnimmt und die von innen ausgehenden Fasern zur Bildung derselben nicht zulangen, von aussen her mehrere ähnliche Fasern zwischen die andern gleichsam eingekeilt zu sein. Nach *Klencke* verweben sich die Schmelzfasern an der äussersten Peripherie der Krone dergestalt, dass sie eine Art Rinde bilden, welche dichter, härter, glänzender, weniger weiss, aber glatter als die übrige Schmelzsubstanz ist und dadurch entsteht, dass die Fasern sich theils umbiegen und in spitzen Winkeln an die nächst-

liegenden treten, theils dass sie geschlängelter laufen, als auf dem übrigen Wege.

Die **Schmelzfasern** bestehen nach *Purkinje* aus dicht zusammengedrängten 4eckigen, oder nach *Retzius* 6eckigen, nicht hohlen Prismen (von $\frac{1}{500}'''$ Dm.), mit vielen dicht stehenden Querstrichen, welche in nicht gleichen Abständen von einander liegen und bald über mehrere Prismen zugleich sich in Form einer Linie erstrecken, bald nur ein Prisma betreffen. *Henle* hält diese Querstreifen für den Ausdruck von Enden auf einander liegender, schief abgeschnittener Prismen. Sie sind mit ihrem innern Ende in den wellenförmigen Unebenheiten der Zahnsubstanz befestigt und stützen sich beim Drucke auf dieselbe. Sie beginnen daselbst etwas dünner, werden allmälig dicker und verlaufen, bald zur rechten, bald zur linken Seite geschlängelt und in vielen Reihen parallel neben einander, zur äussern Oberfläche des Emails; so wie sie sich derselben nähern, nehmen sie alle eine gerade Richtung an. Nach *Retzius* stehen diese Fasern nicht alle senkrecht auf, sondern machen an einigen Stellen parallele Biegungen, an andern biegen sie sich gegen einander, an andern bilden sie Wirbel. Durch diese bald geschlängelte, bald gebogene Richtung dieser Fasern wird die Zähigkeit des Emails erhöht; ausserdem befördern auch die an der innern (mit der unebenen Oberfläche des Zahnbeins verbundenen) Fläche des Schmelzes hier und da befindlichen **Spalten**, welche sich nach der Richtung der Fasern zwischen die einzelnen Faserreihen hinein erstrecken und blind und scharf endigen, die Elasticität und den Widerstand des Schmelzes gegen Druck. Die Oberfläche des Emails zeigt sich unter dem Mikroskope rauh, wie eine Streichfeile, und sie wird noch rauher, wenn sie mit Säuren in Berührung kommt, welche die zwischen den Fasern abgesetztere weichere, leichter auflösbare Substanz auflöst (daher das Stumpfsein bei sauren Speisen). Ausserdem sieht man noch mehrere dunklere (braune), in der Richtung von der Wurzel zur Spitze rings um die Peripherie der Zahnkrone verlaufende Schichtstreifen, von denen man aber noch nicht weiss, woher sie rühren. *Retzius* meint, dass diese parallelen, wellig erhöhten Linien auf der Oberfläche des Schmelzes wahrscheinlich durch gürtelweise Absetzung der Schmelzfasern entstehen, so dass eine Zone etwas über der andern hervorragt. *Günther* fand, dass diese dunklen Streifen nicht von sich scharf absetzenden Schichten, sondern von regelmässig wiederkehrenden wellenförmigen Biegungen der Prismen herrühren. *Klencke* erkannte die Querlinien als Scheidewände, bestehend aus einer mehr gallertartigen Masse, so dass die Schmelzfasern in ihrem Baue feinen Oscillatorienfäden gleichen. — *Nasmyth* und *Ficinus* beobachteten noch einen häutigen Ueberzug über der Zahnkrone (**äussere Schmelzhaut, Schmelzoberhäutchen, Schmelzkapselhäutchen**, *involucrum coronae*), welcher in die die Wurzel überziehende Haut übergeht. Die Structur dieser Membran ist auf den ersten Anblick homogen, feinkörnig; bei genauer Betrachtung zeigt sie sich aber aus äusserst feinen Fasern zusammengesetzt, welche leicht wellenförmig, parallel, unverfilzt und ohne sich zu theilen quer um den Zahn herumlaufen. Auf der Kaufläche der Backzähne senkt sich diese Membran an einem oder an mehreren Punkten trichterförmig in den Schmelz, um so mit der häutigen Unterlage des Schmelzes in Verbindung zu treten, welche eine ähnliche Structur hat. Das Schmelzoberhäutchen widersteht den stärksten Aetzmitteln, allen Säuren und Alkalien; vielleicht ist sie, wie die innere Schmelzhaut, ein Ueberrest des Schmelzorgans. Von der äussern Schmelzhaut geht gewöhnlich, in Folge von Zerstörung derselben durch parasitische Thierchen (**Zahnthierchen**, *denticola*), die Zahncaries aus (*Ficinus*).

Was die **chemischen Bestandtheile** des Schmelzes betrifft, so besteht derselbe fast ganz aus erdigen Theilen und nur sehr wenig thierischer Substanz, nämlich aus: phosphorsaurem Kalk und Fluorcalcium 88,5, kohlensaurem Kalk 8,0, phosphorsaurer Talkerde 1,5 und thierischer Substanz, Alkali, Wasser 2,0. — In vieler Hinsicht verschieden von diesem Schmelze Erwachsener zeigt sich der junge Schmelz. Er enthält nämlich mehr thie-

rische Substanz, wie *Purkinje*, *Raschkow* und *Retzius* nach seiner Behandlung mit Salzsäure fanden, und die innern Enden seiner Fasern (die auch mit einer Feuchtigkeit, einer Art organischen Kapsel umgeben sein sollen, welcher *Retzius* die Querstriche zuschreibt) stossen nicht direct an die Zahnsubstanz, sondern ruhen auf einer eigenthümlichen Membran, (innere) Schmelzhaut, welche ein Ueberbleibsel des von *Purkinje* entdeckten Schmelzorgans (s. nachher bei Entwickelung der Zähne) und dicht an die Oberfläche des Zahnknochens angedrückt ist.

Schwann beobachtete, dass wenn man einen ganzen, aus dem Zahnsäckchen genommenen, unreifen Zahn in verdünnte Salzsäure legt, sich nach Auflösung der Kalkerde die vom Schmelze zurückbleibende organische Substanz von der eigenthümlichen Zahnsubstanz im Zusammenhange trennen lässt. Sie hat ganz die Form und Grösse des Schmelzes vor der Behandlung mit Salzsäure. Sie ist sehr weich und bricht namentlich leicht nach der Richtung der Schmelzfasern. Bei starker Vergrösserung und gedämpftem Lichte untersucht, zeigt sie sich aus dicht zusammenliegenden Prismen zusammengesetzt, wie der Schmelz selbst, und diese Prismen lassen sich auch einzeln isoliren, bilden also jedes für sich etwas Selbstständiges. Diese organische Substanz kann also nicht, wie *Raschkow* und *Retzius* sie betrachteten, ein blosses Depositum aus der Feuchtigkeit sein, wovon die Schmelzfasern anfangs umgeben sind, sondern die Schmelzfasern müssen entweder eine Verknöcherung dieser Prismen sein, oder diese Prismen müssen hohl und in ihnen die organische Substanz abgelagert sein. Die letztere Ansicht wird bei Betrachtung des Schmelzes von Schweinezähnen wahrscheinlich.

Die Schmelzmembran wird nach *Purkinje* und *Raschkow* an ihrer innern Fläche von kurzen 6eckigen Fasern gebildet, die senkrecht auf der Membran stehen und gegen den Schmelz hin gerichtet sind, so dass jede Faser der Schmelzmembran einer Schmelzfaser entspricht. Untersucht man nach *Schwann* den Theil der Schmelzmembran, woraus jene Fasern hervorkommen, so erkennt man darin, besonders an dem der Wurzel zunächst liegenden Theile, bald die charakteristischen Zellenkerne, zum Theil mit Kernkörperchen; sie liegen in einer feinkörnigen Substanz, welche Zellen bildet. Einige dieser Zellen verlängern sich nach verschiedenen Seiten in sehr feine Fasern; dies scheinen junge Zellgewebszellen zu sein; die meisten aber sind rund. Die 6eckigen Fasern oder Prismen, welche von der innern Fläche der Membran gegen die Schmelzfasern hin gerichtet sind, sehen den Epitheliumcylinderchen auf Schleimhäuten sehr ähnlich, nur dass sie prismatisch sind; *Schwann* möchte sie nur für verlängerte Zellen halten. Sie enthalten auch im frischen Zustande einen sehr deutlichen Zellenkern mit Kernkörperchen. Sie liegen oben ganz dicht an einander, an dem Theile der Schmelzmembran aber, der gegen die Wurzel des Zahnes hin sich erstreckt, werden sie viel seltener und stehen einzeln, so dass man hier die oben erwähnten runden Zellen der Membran sieht, welche nach *Schwann* wahrscheinlich der frühere Zustand der prismatischen Zellen sind. — Wie verhalten sich nun die prismatischen Zellen der Schmelzmembran zu denen des Schmelzes? *Purkinje* und *Raschkow* glauben, dass jede Faser der Membran ein Excretionsorgan, ein Drüschen sei und die ihm entsprechende Schmelzfaser absondere. *Schwann* stellt dagegen folgende Vermuthungen auf. *a)* Die organische Grundlage der Schmelzprismen sind Zellen, die sich selbstständig auf der Zahnsubstanz bilden und fortwachsen, ohne mit den Prismen der Membran in einer andern Verbindung zu stehen als der, dass letztere das Cytoblastem liefern. *b)* Die Schmelzprismen sind continuirliche Fortsetzungen der Prismen der Schmelzmembran, welche an ihrer einen Seite mit Kalkerde gefüllt sein können. Diese Erklärung ist die unwahrscheinlichste. *c)* Die prismatischen Zellen der Schmelzmembran trennen sich von dieser und verwachsen mit dem schon gebildeten Schmelze, während sich zugleich entweder ihre Höhle mit Kalkerde füllt, oder während sie in ihrer ganzen Dicke verknöchern, nachdem vorher ihre Höhle mit einer organischen Substanz gefüllt ist. Diese Erklärung hält *Schwann* für die wahrscheinlichste.

2) **Zahnsubstanz, Zahnbein,** eigenthümliche Substanz des Zahnes, *ebur, substantia dentis propria,* ist die Hauptmasse des Zahnes und bildet das Innere der Krone (wo sie aussen vom Zahnschmelze bekleidet ist), sowie den Hals und die Wurzel, an welchen Theilen sie von einer Scheide aus wahrer Knochensubstanz umhüllt wird; sie umgränzt demnach zunächst das *cavum dentis.* Sie ist gelblich weiss, weit härter, dichter, durchsichtiger als die gewöhnliche Knochensubstanz, besteht ebenfalls wie diese aus einer organischen Grundlage, welche nach Extraction der Kalkerde durch Kochen leicht in Leim verwandelt wird, sowie aus den Kalksalzen des gewöhnlichen Knochens, nur in etwas andern Verhältnissen (die Menge der thierischen Materie im Verhältnisse zur erdigen, und die Menge des kohlens. Kalkes im Verhältnisse zum phosphors. ist etwas geringer, als bei der Knochensubstanz). Das Zahnbein wird aus einer anscheinend structurlosen, nach Behandlung mit verdünnten Säuren aber faserig erscheinenden Grundsubstanz gebildet, durch welche sehr feine, dicht und parallel neben einander liegende ($^{1}/_{117}$''' im Dm. haltende) Röhrchen strahlenförmig in der Richtung von der Zahnhöhle nach der Oberfläche des Zahnes verlaufen, so dass

die zum Kaurande gehenden Röhrchen beinahe senkrecht, die am Halse geneigt und die unter der Mitte der Wurzel horizontal und schräg abwärts liegen. Sie sind meist vollkommen rund, doch bisweilen auch auf dem Durchschnitte mehr oder weniger eckig; nach *Purkinje* einfach, ungetheilt und gerade verlaufend, dagegen bilden sie nach *Retzius* Biegungen gleich dem griech. ζ und theilen sich dichotomisch oder geben eine unzählige Menge unmessbar feiner, sich wieder theilender Zweige ab. Ihr inneres Ende steht nach der Zahnhöhle hin offen, die peripherischen Endigungen dieser Kanälchen gelangen an der Wurzel und dem Halse des Zahnes zur Knochensubstanz, an der Krone zum Schmelze; an beiden Stellen verhalten sich dieselben verschieden. Diejenigen, welche zu der Knochensubstanz gehen, werden durch dichotomische Theilung immer feiner und treten endlich mit den Kalkkanälchen der Knochensubstanz in directe Verbindung. Die, welche an den Schmelz stossen, theilen sich anfangs weniger oft dichotomisch; ihr Verlauf wird, je mehr sie sich dem Schmelze nähern, um so unregelmässiger; nicht selten bemerkt man Queranastomosen und endlich an der Gränze ausserordentlich zahlreiche Theilungen und Wiedervereinigungen, so dass die vom Schmelz überzogene Fläche des Zahnbeins, welche zur Aufnahme desselben mit zahlreichen Erhöhungen und Vertiefungen versehen ist, ein netzartiges Ansehen gewinnt *(Gerlach)*. Die Zahnröhrchen sind nicht, wie man früher glaubte, ganz oder theilweise mit Kalksalzen erfüllt, sondern hohl und haben von der Grundsubstanz des Zahnbeins verschiedene Wandungen, welche mehr als jene mit Kalksalzen imprägnirt sind. Nach *Klencke* sind die Kanälchen theils mit einer durchsichtigen Flüssigkeit, theils mit Knochenerde erfüllt; sie liegen so weit von einander, dass der Raum zwischen zweien gewöhnlich 2—3mal so breit als der Durchmesser einer Röhre ist. *Müller* und *Retzius* haben beobachtet, dass die Kanälchen eine membranöse Wand besitzen und eine erdige Substanz enthalten. Nach *Retzius* kommen in der Zahnsubstanz auch Körperchen (Zellen, *corpuscula; Deutsch*) vor, welche wie Knochenkörperchen aussehen und wie sie strahlenförmig feine Kanälchen ausschicken. *Weber* vermuthet, dass die Kanälchen der Zahnsubstanz Wege sind, auf welchen abgesonderte, ernährende Säfte in den Zahn eindringen können, ohne dass eine Circulation stattfindet.

Die Bestandtheile der Zahnsubstanz sind: phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium 64,3, kohlensaurer Kalk 5,3, phosphorsaure Magnesia 1,0, Natron mit etwas Kochsalz 1,4, thierische Substanz 28,0. Legt man diese Substanz einige Tage in nicht zu sehr verdünnte Salzsäure, so zeigt sie sich nach Ausziehung der Kalkerde anfangs als Knorpel, dann wird dieser aber ganz weich und man sieht, dass die nun breiige Masse aus Fasern besteht, die aber viel zu dick sind, um etwa die Wände der Kanälchen zu sein.

Schwann findet es wahrscheinlich, dass die Zahnsubstanz die verknöcherte Pulpa sei, denn diese besteht, wie *Purkinje* fand, anfangs aus Kügelchen, welche an der Oberfläche der Pulpa mehr geordnet und mehr in die Länge ausgedehnt, und unter senkrechten oder wenig spitzen Winkeln nach aussen gekehrt sind. Diese in die Länge gezogenen Kügelchen sind nun offenbar cylindrische Zellen, denn sie enthalten den charakteristischen Zellenkern mit Kernkörperchen, und werden zu den soliden Fasern der Zahnsubstanz, denn sie haben so ziemlich dieselbe Dicke und denselben Verlauf wie diese, und hängen mit der Zahnsubstanz fester, als mit der Pulpa, zusammen. Diese Verknöcherung wird nun dadurch noch wahrscheinlicher, dass *Retzius* auch wahre Knochenkörperchen in der Zahnsubstanz sah.

3) **Knochen-** oder **Rindensubstanz des Zahnes, Cement, Zahnkitt**, *substantia ostoidea*, welche von *Sömmerring* für ein krankhaftes Product gehalten und Hornsubtanz genannt wurde, stimmt hinsichtlich ihres Baues ganz mit der gewöhnlichen Knochensubstanz überein (nur dass die Markkanälchen fehlen) und bildet eine Scheide um den Hals und die Wurzel des Zahnes, die gegen die letztere hin dicker wird. Wie die Knochensubstanz (s. S. 264) besteht das Cement aus einer homogenen (wahrscheinlich ebenfalls lamellösen) Grundsubstanz und aus vielen Knochenkörperchen *(Purkinje, Deutsch)*, mit denen sehr viele und feine netzförmig vereinigte Kanälchen, *Müller's* Kalkkanälchen, *canaliculi chalicophori*, zu-

sammenhängen. Am zahlreichsten sind die Knochenkörperchen an der Gränze des Cementes gegen das Zahnbein, wo ihre Kalkkanälchen häufig mit den Endverzweigungen der Zahnröhrchen communiciren. Die Gestalt und Grösse der Knochenkörperchen ist im Cement nicht so gleichförmig, als im übrigen Knochengewebe, oft sind sie eckig und verzogen; auch sind die Kalkkanälchen in der Regel weniger zahlreich, als in den Knochen. Da, wo das Cement mit dem Schmelze zusammenstösst, treten die Knochenkörperchen ganz zurück und es ist nur die Grundsubstanz des Cementes, welche eine kurze Strecke vom Schmelze bedeckt ist. Da also die Kanälchen im Cemente unmittelbare Verbindungen mit den Röhrchen in der Zahnsubstanz eingehen und diese wieder nach der Zahnzelle hin offen stehen, so können die Zahnsubstanzen Nahrung sowohl von innen aus der Zahnpulpa, als von aussen von der *capsula dentis* bekommen. Die Lage der Rindensubstanz ist am stärksten an der Wurzel, gegen die Spitze derselben und in der Vertiefung zwischen je 2 Wurzeln an der *superficies alveolaris* des Zahnes; nach oben verdünnt sie sich immer mehr. Diese Cementlage ist um so dünner, je jünger der Zahn, bei älteren Zähnen wird sie dicker und bildet Exostosen. Sie ist von *Fränkel* ein Stück über den Schmelz hinweg verfolgt worden, und nach *Nasmyth* ist die ganze Krone noch mit einer Kapsel aus Cement bedeckt. Nach Behandlung mit Salzsäure stellt sich das Cement als ein feines lamellöses Knorpelhäutchen (mit einer äussern faserigen Lage und einer innern netzförmigen, wie aus 6eckigen Zellen zusammengesetzten) dar, welches sich in die Zahnhöhle hinein erstreckt und den ganzen Zahn wie eine Kapsel überzieht. Auf Querdurchschnitten erscheinen die Knorpelkörperchen in concentrischen Ringen *(Retzius)*. Nach *Lassaigne* besteht das Cement aus: thierische Materie 42,18 — phosphors. Kalk 53,84 — kohlens. Kalk 3,98.

4) Die **Matrix des Zahnes, der Zahnkeim, Zahnkern, das Zahnganglion,** *nucleus, blastema, pulpa dentis*, ist ein weissröthlicher, weicher, zäher Körper aus Zellgewebe, zahlreichen Capillargefässen und Nerven, welcher locker die Zahnhöhle ausfüllt und um so grösser ist, je weiter der Zahn von seiner vollkommenen Ausbildung entfernt ist. Die Pulpa hängt durch die Oeffnung in der Zahnwurzel mit der Beinhaut des Alveolus zusammen und hier treten die Zahngefässe und Nerven in dieselbe ein. Die Arterie bildet an der Oberfläche der Pulpa ein ziemlich dichtes Netz von Capillaren, welches aus rechteckigen Maschen besteht; die Primitivfasern des Nerven endigen an der Peripherie der Pulpa in Gestalt von Schlingen, deren Schenkel ziemlich nahe an einander liegen. Die Pulpa dient zur Absonderung der Zahnsubstanz; auch scheint sie zur Bestimmung der Wärme, Zähigkeit, Rauhheit und Weichheit aller zu zerkauenden Stoffe zu dienen. (Weiteres s. nachher bei Entwickelung der Zähne.)

Entwickelung, Wachsthum und Wechsel der Zähne.

1) Erste Bildung der Zähne.

Gegen die Mitte des 3. Monats des Embryolebens findet sich im Alveolarrande des Ober- und Unterkiefers eine Rinne (primitive Zahnfurche), in welcher, eingeschlossen vom Zahnfleische und Periosteum, in jeder Kieferhälfte anfangs 2, später 3 Paare rundlicher, weisslicher, undurchsichtiger, überall geschlossener Säckchen, Zahnsäckchen, *folliculi s. capsulae dentium*, liegen, welche die ersten Rudimente der Milchzähne einschliessen. Nach und nach erheben sich vom Boden der Rinne Lamellen, welche nun abgesonderte Alveoli bilden und die Zahnsäckchen von einander trennen. Nach mehrern Beobachtern *(Hérissant, Bonn, Arnold, Linderer* und *Goodsir)* communiciren diese Zahnsäckchen durch Kanäle, welche sich beim Hervorbrechen des Zahnes erweitern sollen, mit Oeffnungen im Zahnfleische.

Nach *Goodsir* entstehen die Zahnsäckchen und Zahnkeime so: zuerst finden sich (bei einem 6wöchentlichen, 7½''' langen Embryo) an der Stelle der Kinnladen tiefe und enge Furchen zwischen den kaum angedeuteten Lippen und einer glatten, hufeisenför-

migen Leiste, welche im Oberkiefer dem ersten Rudimente des Gaumensegels entspricht. Bald erheben sich in der Furche zwischen der Lippe und der Leiste 2 Säume oder Wälle, ein vorderer und ein hinterer; zwischen beiden Wällen lauft ein seichter Graben, die primitive Zahnfurche. Die Wälle werden immer höher und der Graben tiefer; auf dem Boden desselben wachsen nun Wärzchen hervor, um welche sich nach und nach Säckchen bilden, die als Lamellen von der Basis der Papillen aus emporwachsen, anfangs aber nach dem freien Kieferrande hin noch offen stehen. Um diese offenen Säckchen herum verschmelzen die beiden Wälle mit einander und es bleibt nur die Oeffnung, welche zur Höhle des Zahnsäckchens führt. Die Wälle sind in der 11. und 12. Woche zur vordern und hintern Wand des *processus alveolaris* geworden, in jedem Zahnrande liegen 10 Säckchen und in jedem ein Wärzchen. Jede Papille sitzt mit der Basis am Boden des Säckchens fest und ragt mit Spitze in der 12. Woche noch zur Oeffnung des Säckchens hervor; sie hat schon die Form der Zahnkrone. Von nun an wachsen die Papillen minder stark, als die übrigen Theile der Kiefer, sie sinken daher in die Säckchen zurück, während zugleich die Oeffnungen sich zusammenziehen und in der 16. Woche ganz schliessen, so dass nur noch eine feste, dunkle Narbe sichtbar ist. Die Bläschen liegen anfangs dicht an einander und unmittelbar über den Stämmen der *art.* und des *nerv. alveolaris*, nur durch die weiche, gelatinöse Substanz von einander getrennt. Gegen die Mitte des Embryolebens werden die Wände zwischen den Bläschen und am Boden derselben fester, stärker, allmälig knöchern und bilden sich zu den Alveolen aus.

Jedes Zahnsäckchen besteht aus einer einzigen, gefässreichen, schwammigen Membran, welche sich mit ihrer äussern Fläche an die Beinhaut der Zahnzelle und oben an die knorpelige Decke der Alveole, den Zahnfleischknorpel, mit breiten gefässreichen Stielen anheftet; es enthält eine zähe, röthlich-gelbliche Flüssigkeit (aus Eiweiss, phosphors. Kalke, salzs. und schwefels. Salzen und freier Milchsäure bestehend) und ein zweites Säckchen, welches sich später zum Emailorgane ausbildet. Auf dem Boden des ersten Säckchens findet sich ein in die Höhle des *folliculus* vorspringendes Wärzchen, der Zahnkeim, welcher aus Zellen besteht und bald die Gestalt der Krone annimmt. Auf dieser sitzt zunächst die gefässlose, aus Zellen bestehende *membrana praeformativa (Pukinje)* und darüber nun das zweite Säckchen, dessen Boden sich verdickt, einstülpt und, indem der Zahnkeim emporwächst, diesen wie eine Mütze (Nachtmütze) bedeckt.

a. **Schmelzorgan**, Emailpulpa, *organon adamantinae*, ist (nach *Purkinje*) ein nach aussen aus einer gelatinösen, nach innen aber aus einer dichtern häutigen Schicht (sogenannte Schmelzhaut) bestehender Körper, welcher einer Kappe gleich die Zahnpulpa überzieht und in der Dicke und Form beinahe dem Email des ausgebildeten Zahnes gleichkommt. In der äussern Schicht sieht man viele kleine, theils runde, theils eckige Körnchen (Zellen), die mit einander durch 2 oder 3 feine Fäden verbunden erscheinen; die innere Schicht zeigt eine Menge dicht zusammengedrängter Fasern (Bildungsfasern). Zur Zeit der Emailabsonderung ist dieses Organ von einer grossen Menge Blutgefässe durchzogen. (Das Weitere s. vorher bei Zahnschmelz unter Schmelzmembran.)

b. **Zahnkeim**, *pulpa dentis*, hängt am Grund des Zahnsäckchens an und wird übrigens vom Emailorgane bedeckt. Er ist ein weiches, schleimiges, kleines, anfangs gefäss- und nervenloses Körperchen, aus beinahe gleichen, nicht durch Fädchen verbundenen Kügelchen (Zellen) bestehend. Nach und nach nimmt die Pulpa zu, wird derber, fester und stellt gleichsam den Zahn in weichem Zustande dar, nun entstehen Gefässe und zuletzt auch Nerven darin. Das Innere dieser Pulpa besteht nach *Schwann* aus runden Zellen, die mit einem Zellenkerne und Kernkörperchen versehen sind; zwischen diesen Zellen verlaufen Gefässe und Nerven. An der Oberfläche sind dagegen die Zellen in die Länge ausgezogen, cylindrisch und scheinen sich in die Fasern der Zahnsubstanz zu verwandeln. (Das Weitere s. vorher unter Zahnsubstanz.) Nach *Purkinje* ist die Pulpa aussen noch mit einer Membran, *membrana praeformativa*, umgeben, welche zuerst und zwar an den hervorragenden Spitzen verhärtet, worauf sich an ihre äussere Fläche Emailfasern schichtenweise anlegen, an ihre innere dagegen Fasern der Zahnsubstanz, so dass sich also erstere von innen nach aussen, letztere von aussen nach innen bilden.

Im 5. Monate des Embryolebens beginnt in dem Theile des Zahnkeims, welcher der Kaufläche zugekehrt ist, die Verknöcherung, indem sich zuerst auf den hervorragenden Stellen derselben kleine, zarte, hohle Knochenscherben bilden, die sich vergrössern und endlich zu einer einzigen, die Krone des Zahnkeims bedeckenden Kapsel zusammenfliessen, welche nur locker an dem Keime anhängt, da weder Blutgefässe noch Nerven aus diesem in jene übergehen. Die an die Schale stossende Oberfläche des Keims ist mit weit zahlreichern Gefässen und Nerven durchzogen, als das Innere desselben. Unter dieser Kapsel fährt der Zahnkeim fort, an seiner Oberfläche Zahnsubstanz abzusetzen, so dass also die Bildung derselben von der Peripherie nach dem Centrum hin durch ein schichtenweises Anlagern geschieht, und die Zahnpulpa in gleichem Verhältniss abnimmt, als die Zahnsubstanz

zunimmt. An der äussern Fläche der Kapsel lagern sich, gleichen Schritt mit der Zahnsubstanzbildung haltend, die Schmelzfasern an, so dass die Emailbildung von innen nach aussen schichtenweise vollendet wird. Ist die gehörige Menge Schmelzes gebildet, welche zum Ueberzuge der Krone nöthig war, so hat alle Production dieser Substanz für immer aufgehört und das Emailorgan besteht nur noch aus der Schmelzmembran, welche aber auch noch verschwindet, so dass in den Zähnen Erwachsener die Schmelzfasern unmittelbar an die Zahnsubstanz stossen. — Nach der Bildung der Krone folgt nun die des Halses und zur Zeit des Ausbruchs der Zähne erst die der Wurzel. Wenn nämlich der sich nach unten verlängernde Zahn keinen Platz in der sich ebenfalls immer mehr ihrer normalen Form nähernden Zahnzelle findet, so wird derselbe nach oben gegen die Mundhöhle geschoben, wodurch das Ausbrechen bewirkt wird. Durch dieses Heben wird aber auch die Form der Wurzel bestimmt, indem die Pulpa, welche an dem Boden der Zahnzelle befestigt ist, gespannt, länger, aber auch schmäler wird, und so der zu bildende Theil der Wurzel nach unten immer mehr an Umfang abnehmen muss. Doch will man die Bildung der Wurzel und das Ausbrechen der Zähne auch der Bildung des Alveolus zuschreiben, weil dieser eher vorhanden ist, als die Wurzel. — Bei mehrwurzligen Zähnen bildet sich nach *Purkinje* eine wagerechte Wand durch Erhärtung der Präformativmembran, welche die grosse Höhle der Zahnkrone gleichsam schliesst, aber so viele Oeffnungen zurücklässt, als der Zahn Wurzeln besitzen soll, von wo aus die Bildung jeder einzelnen Wurzel den Anfang nimmt. Die Zahl der Wurzeln wird aber durch ursprüngliche Vertheilung der Nerven und Gefässe von ihren Stämmen aus in den Zähnen bestimmt. Die Gefässe und Nerven nämlich, welche anfangs in der Pulpa unendlich fein verzweigt waren, werden auf eben so viele Aeste reducirt, als der Zahn Wurzeln hat. Die Knochensubstanz um den Hals und die Wurzel wird von dem Zahnsäckchen abgesetzt und bildet sich wie der Schmelz von innen nach aussen; zuletzt verwächst sie an ihrer äussern Fläche mit dem Säckchen *(capsula dentis)*. Von der Zahnpulpa bleibt ein Residuum bis ins höchste Alter (s. S. 671).

Die Ordnung, in welcher die Milchzähne entstehen und verknöchern, ist folgende. Zunächst entwickelt sich (nach *Goodsir)* in jeder Kieferhälfte der vordere obere Backzahn, ihm folgt der obere Eckzahn, dann im Oberkiefer der innere und nach diesem der äussere Schneidezahn, zuletzt der hintere Backzahn. Im Unterkiefer treten die Keime in derselben Ordnung auf, nur etwas später. Beim Neugebornen sind die Kronen der Schneidezähne und des vordern Backzahns schon völlig entwickelt, am Eckzahn ist ein Drittel der Krone gebildet und nur der 2. Backzahn hat noch eine ganz unvollkommene Krone.

2) Ausbruch der ersten (Milch-) Zähne *(dentitio s. eruptio dentium)*.

In den ersten Lebensmonaten, wo die Zähne noch in ihren Säckchen verborgen liegen, werden die *alveoli* durch das Zahnfleisch und eine unter diesem verborgene harte, knorpelartige, geschärfte und mehrfach eingeschnittene Erhabenheit, Zahnknorpel, *cartilago dentis*, geschlossen, welche sich von den Zahnhöhlenrändern erhebt und dem Kinde das Festhalten der Brustwarze möglich macht. — Nach dem 6. Lebensmonate, wo die Zähne, in Folge ihres Wachsthums nach unten und des Aufstossens auf den Boden des Alveolus, in die Höhe geschoben werden, erzeugt die Krone gegen das Zahnsäckchen, den Zahnknorpel und das Zahnfleisch (welches jetzt lockerer ist) einen Druck und dadurch Resorption dieser Theile. Die Zahnhöhle wird so geöffnet und die Krone, über welche sich das Zahnfleisch zurückzieht, tritt hervor. Nach Entwickelung der ganzen Krone umfasst das Zahnfleisch den Hals und vereinigt sich an der Stelle, wo das Email aufhört, mit der *capsula dentis;* der *alveolus* legt sich dicht an die Wurzel an. *Nessel* glaubt, dass dieser Durchbruch der Zähne durch den Kieferknochen bewerk-

stelligt werde, indem sich dieser am Grunde der Alveoli zusammenziehe und verengere und so den Zahn herausschiebe. Es ist dies deshalb unwahrscheinlich, weil bei den hervorbrechenden Zähnen die Wurzel noch nicht ausgebildet ist und gar nicht auf den Boden des Alveolus aufstösst.

Ordnung des Ausbruchs. Die Dentition dauert vom 7. Monate bis zum 2. Jahre des Lebens und die bis dahin hervortretenden 20 Zähne heissen Milch- oder Wechselzähne, *dentes lactantes s. temporarii*, und sind in jedem Kiefer: 4 Schneide-, 2 Spitz- und 4 Backzähne. Zuerst (zu Ende des 6. oder zu Anfange des 7. Monats) bricht das mittlere Paar der untern Schneidezähne aus und einige (4) Wochen darauf das obere Paar; nach etwa 40 Tagen kommen die seitlichen untern und bald nachher die obern Schneidezähne zum Vorscheine. Zu Ende des 1. Jahres bricht der vorderste Backzahn, zuerst im Unter-, bald nachher im Oberkiefer hervor; in der Mitte des 2. Jahres zeigt sich der untere und gleich darauf der obere Spitzzahn. Mit dem Hervortreten der 2. Backzähne (erst die untern, dann die obern), zu Ende des 2. oder zu Anfange des 3. Jahres, ist alsdann der Zahnausbruch beendigt, welcher bisweilen später oder früher anfängt und in anderer Ordnung erfolgt. Manchmal werden Kinder gleich mit Zähnen, besonders Schneidezähnen, geboren; allein diese Zähne sind nicht vollkommen ausgebildet, haben eine sehr dünne Emailschicht, oder diese fehlt wohl auch an manchen Stellen, hängen nur im Zahnfleische und werden bald meist von ordentlichen Milchzähnen verdrängt.

Die Milchzähne, welche nur bis zum 7. Lebensjahre stehen bleiben und dann durch die bleibenden ersetzt werden, sind in der Krone und Wurzel kleiner und schmäler als diese letztern; das Email ist viel zarter und dünner aufgetragen; ihre Gewebe sind nicht so dicht und weit leichter von einander zu trennen; die Zahnhöhle ist verhältnissmässig grösser; das Email bildet in der Gegend des Halses einen Wulst, während es sich bei den bleibenden Zähnen allmälig in den Hals verliert; sie sind in einem Zeitraume von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Jahren vollkommen ausgebildet, während die bleibenden Zähne 6 bis 8 Jahre dazu brauchen. Diese schwächern Zähne reichen für die leichten Nahrungsmittel, welche das Kind geniessen soll, aus, allein für das weitere Leben werden nun stärkere erfordert.

3) **Entwickelung der bleibenden Zähne** *(dentes permanentes)*.

Die bleibenden Zähne entstehen wie die Milchzähne und man findet schon im 7. bis 8. Monate der Schwangerschaft die Keime derselben, die aber in ihrer Ausbildung hinter denen der Milchzähne zurück sind. Diese *folliculi* scheinen sich aus dem obern und hintern Theile der Milchzahnsäckchen herauszubilden, denn sie liegen mit diesen in einer Zahnzelle und es findet selbst später noch ein Zusammenhang zwischen beiden Säckchen durch lange, dünne Stränge statt. Bald bilden sich nun aber die entstehenden bleibenden Zähne eine Vertiefung an der hintern Wand des Alveolus, die durch eine vom Boden desselben heraufwachsende senkrechte knöcherne Scheidewand in eine neue Zelle verwandelt wird, die mit der alten nur oben durch eine Oeffnung communicirt, so dass der Keim des bleibenden Zahnes blos mittels der Kapselmembran mit dem Halse des Milchzahnes in Verbindung bleibt. Zuletzt, wenn die Scheidewand bis zum Alveolarrande reicht, wird die Communication ganz aufgehoben und jener Theil der Kapselmembran, mittels welches der Keim des bleibenden Zahnes mit dem Halse des Milchzahnes in Verbindung stand, erscheint als eine Verlängerung der Kapsel, die eine Verbindung zwischen dem Keime und dem Zahnfleische herstellt, wodurch die Kapsel im ausgedehnten Zustande erhalten wird und so der Verlauf der Gefässe eine bestimmte Richtung erhält, so dass die Bildung des Zahnes ungehindert und in der gehörigen Ordnung vor sich gehen kann. Die Keime der bleibenden Schneide- und Spitzzähne liegen hinter und unter den Milch-

zähnen, die bleibenden Backzähne nach innen unter den Milchzähnen. Die Ossification der bleibenden Zähne, welche an den Schneide- und ersten Backzähnen zugleich beginnt, geschieht in derselben Ordnung, wie bei den Milchzähnen, nur weit langsamer, so dass die Schneidezähne 7 Jahre, die Spitzzähne 12, die vordern Backzähne 10 und die hintern 8 Jahre zur völligen Ausbildung brauchen; der Weisheitszahn erscheint am spätesten.

4) Zahnwechsel *(mutatio dentium)*.

Der Zahnwechsel tritt im 7. und 8. Jahre ein und erst im 13. und 14. ist der Ausbruch der bleibenden Zähne, mit Ausnahme des Weisheitszahnes, vollendet, denn dieser erscheint noch später, im 20. bis 30. Jahre. Dieser Wechsel findet nun folgendermaassen statt: indem die bleibenden Zähne sich immer mehr ausbilden und heranwachsen, wird den Milchzähnen die Nahrung dadurch vermindert und endlich ganz entzogen, dass die nachrückenden bleibenden Zähne auf die Wurzeln der Milchzähne und auf das zu diesen führende Gefäss einen Druck ausüben, welcher Verengerung und Obliteration der Gefässe und Resorption der Wurzel hervorbringt, so dass endlich von den Milchzähnen nur noch die Kronen als hohle Kapseln zurückbleiben. Dadurch werden die Milchzähne locker und fallen aus. Während dieses Vorganges erweitert sich der hintere Alveolus des bleibenden Zahnes, die knöcherne Scheidewand wird ebenfalls resorbirt und beide Zähne befinden sich wieder in einer Höhle, nur dass der untere bleibende den grössten Theil derselben einnimmt. Sind diese Zähne zum Durchbruche reif, so liegt die Krone etwas vor-, die Wurzel rückwärts; beim Durchbruche selbst ändert sich diese Stellung aber in eine gerade. Rückt der bleibende Zahn bei der Wurzel des Milchzahns vorbei, so kann dieser dann, weil das Gefäss nicht gedrückt wird, stehen bleiben und der bleibende Zahn kommt daneben hervor, es entstehen 2 Zahnreihen.

Die Ordnung des Ausbruchs der bleibenden Zähne ist: nachdem im 7. Jahre die 3. Backzähne hervortreten, erscheinen die beiden innern untern Schneidezähne kurz nach einander, und mehrere Monate später die innern obern Schneidezähne; im 8. Jahre kommen die äussern Schneidezähne, gewöhnlich unten zuerst, zum Vorscheine; — im 9. Jahre brechen die 2. Backzähne hervor und im 13. oder 14. die Spitzzähne. — Mit dem Ausbruche der 4. Backzähne in den Pubertätsjahren ist diese Periode beendigt und der Mensch besitzt 28 Zähne. Erst später, im 20. bis 30. Jahre, finden sich die 5. Backzähne, Weisheitszähne, ein, von ihnen gewöhnlich die obern zuerst. Bisweilen, und dann nur bei den vordern Backzähnen, kommt ein dritter Zahnwechsel vor, doch ist dies höchst selten. Nach dem Ausbruche wächst der Zahn, wie schon gesagt, nur von seiner Wurzel aus, die Krone bleibt unverändert.

5) Altersveränderungen, Ausfallen der Zähne.

Im Alter werden die Zähne durch Abnutzung des Emails an ihren scharfen Rändern und Zacken stumpf und abgeschliffen; sie verlieren oft bis zur Hälfte und 2 Drittel der Krone. An den des Emails beraubten Stellen erscheint die gelblichere Zahnsubstanz und die Lücken der abgenutzten Krone werden durch neue Masse, welche durchsichtiger und bräunlicher als der übrige Zahn ist, ausgefüllt. Diese Abnutzung tritt zuerst an den Schneide- und Backzähnen des Unterkiefers ein. Durch das Compacterwerden der Alveolarränder werden die Zahnkanälchen immer enger, die Zahngefässe und Nerven gedrückt, und die Ernährung vermindert; die Alveoli füllen sich mit Knochenmasse, die Zähne werden so allmälig herausgetrieben, scheinbar länger und fallen aus. Im Zahngewebe selbst gehen auch Veränderungen vor und zwar nach *Lascaigne* in Folge der Abnahme der erdigen Bestandtheile; das Zahngewebe erweicht sich nämlich, der Zahn wird fleckig und

zerbröckelt. Das Zahnfleisch wird knorpelartig, um den Gebrauch der Kiefer nicht aufzuheben; nach und nach werden die Zahnränder resorbirt, so die Kiefer niedriger und das Kinn der Nasenspitze genähert, wodurch sich das Gesicht der Alten charakterisirt.

E. Stimme und Sprache.

Die im Kehlkopfe hervorgebrachten unarticulirten Töne (die Stimme, *vox*) werden nur in der Stimmritze erzeugt und ihre Ursachen sind die Schwingungen der untern Stimmritzenbänder. Dagegen hängt das Hervorbringen articulirter Töne, die Sprache, *loquela,* von den Theilen ab, welche oberhalb des Kehlkopfs liegen und die von diesem erzeugten Töne verschiedentlich modificiren. Hierbei hängt Alles davon ab, dass die Luft durch gewisse Bewegungen genöthigt wird, zu schwingen und elastische Theile in Schwingungen zu versetzen. (Ueber Tonerzeugung s. S. 630.) — Wie bei einem vollkommenen mit Zungen versehenen Blasinstrumente die Existenz eines mit einem Blasebalge verbundenen Ansatzrohres, schwingender gespannter Zungen, welche eine kleine Spalte offen lassen, und eines über denselben befindlichen Corpus erforderlich ist, so findet dies auch beim menschlichen Stimmapparate statt. Die Organe, welche durch ihre Vereinigung denselben bilden, sind: die Lungen (mit dem Thorax und den Respirationsmuskeln) und die Luftröhre, letztere als Anspruchsrohr, erstere als Blasebalg dienend; der Kehlkopf, welcher das Zungenwerk darstellt; die Höhlungen des Rachens, des Mundes und der Nase, welche Corpustheile bilden und zur Modification der Töne bereit sind. Dadurch, dass die einzelnen Theile dieses Stimmapparates nicht stabil, sondern labil gegen einander äquilibrirt sind, erhält derselbe eine grosse Vielseitigkeit in seiner Thätigkeit. Durch die verschiedene Stärke der Athembewegungen werden die Einflüsse des Anspruchs der Zungen vervielfältigt; der unendliche Wechsel der Stellungen der Gebilde des Rachens, des Mundes und der Nase erzeugt die verschiedensten Modificationen der Töne und Laute; die gegenseitige Beweglichkeit der Theile des Zungenwerkes selbst gibt der Stimme das Maass ihrer Höhe und zum Theil ihrer Kraft und ihres Klanges. Die verschiedenen Knorpel des Larynx gestatten beschränkte Grade von Verschiebungen, welche theils die Höhlungen des Kehlkopfs verändern, theils die Zungen in verschiedenem Maasse spannen oder erschlaffen, so dass dieselben fast augenblicklich eine unendliche Reihe von Modificationen zu erleiden vermögen. *(Valentin.)* — Es steht fest, dass die Erzeugung der Stimme nur in der Stimmritze zu Stande kommt und dass eine der hauptsächlichsten Bedingungen zur Erzeugung von Tönen die Verengerung der Stimmritze ist; denn wenn die Oeffnung mehr als $^1/_{12}$—$^1/_{10}$″ beträgt, so entsteht kein Ton mehr. Die Eröffnung betrifft aber vorzugsweise die vordere Hälfte der Stimmritze *(glottis vocalis)*, während die hintere Hälfte *(glottis respiratoria)* geschlossen bleiben muss, wenn ein reiner Ton entstehen soll.

Kehlkopf (s. Bd. I. S. 662). Am Kehlkopfe sind ausser der Stimmritze zur Hervorbringung von Tönen die elastischen Stimmbänder und die vom *nervus vagus* (mit den Fäden des *nerv. accessorius*) regierten Kehlkopfmuskeln von der grössten Wichtigkeit.

a) Die aus elastischem Gewebe (s. S. 333) gebildeten **Stimmbänder**, welche wegen ihres nassen elastischen Gewebes zu regelmässigen Schwingungen (nach Analogie der an 2 Enden gespannten Membranen) fähig sind, erleiden durch die Bewegung des Schildknorpels gegen den Ringknorpel mittels der *mm. crico-thyreoidei*, sowie durch das Zurückziehen der Giesskannenknorpel mittels der *mm. crico-arytaenoidei postici* einen verschiedenen Grad von Spannung, welcher zugleich Verkürzung oder Verlängerung der Stimmritze bewirkt und auf die Höhe oder Tiefe der Töne den grössten Einfluss hat. Die *mm. thyreo-arytaenoidei*, deren Wirkungen noch nicht genau bekannt und vielleicht denen eines *sphincter* ähnlich sind, so dass sie den Raum über und unter den untern Stimmbändern verengen können, scheinen sowohl zur Spannung und Erschlaffung dieser Bänder, als zur Verlängerung und Verkürzung der Stimmritze beitragen zu können. — *b)* Die **Stimmritze** hat im Zustande der Ruhe die Gestalt einer von vorn nach hinten gerichteten, 3eckigen, hinten weitern und etwas abgerundeten Spalte, welche 8—11‴ lang und vorn 1—1½‴, hinten 2—3‴ breit ist. Sie wird vorn von dem Winkel des Schildknorpels, hinten vom *m. arytaenoideus transversus* begränzt; die Seiten werden vorn und im grössern Theile (7‴) von den Stimmbändern (besonders den untern), hinten (ungefähr 4‴ lang) durch die innern Flächen der Giesskannenknorpel gebildet. **Verengert** kann die Stimmritze werden durch die *mm. arytaenoidei (obliqui* und *transversus)*, **erweitert** durch die *mm. crico-arytaenoidei postici* und *laterales*, **verkürzt** durch die *mm. thyreo-arytaenoidei*, **verlängert** durch die *mm. crico-thyreoidei*. — **Beim Einathmen** erweitert, **beim Ausathmen** verengert sich die Stimmritze; nur während ihrer Verkleinerung, sowohl mittels ihrer Verlängerung als transversaler Verengerung, entsteht die Stimme. — *Müller's* Resultate, welche derselbe aus Versuchen erhielt, die er an todten menschlichen Kehlköpfen anstellte, um zu sichern Aufschlüssen über die verschiedenen Spannungsweisen der stimmerzeugenden Theile zu gelangen, sind folgende.

1) Die untern Stimmbänder geben bei enger Stimmritze volle und reine Töne beim Anspruch durch Blasen von der Luftröhre aus. Diese Töne kommen der menschlichen Stimme sehr nahe, aber auch denen, welche sich an nassen, aus elastischer Arterienhaut oder trockenem Kautschuck gebildeten, auf das Ende eines Rohres aufgespannten Bändern durch Blasen hervorbringen lassen. — Diese Töne sind schwächer, wenn die *ventriculi Morgagnii*, die obern Stimmbänder und der Kehldeckel noch am Kehlkopfe befindlich sind, weil diese Theile stark mitschwingen und resoniren.

2) Ist der hintere Theil der Stimmritze (zwischen den *cartilagines arytaenoideae*) geschlossen, so sprechen die Stimmbänder sehr leicht und jedesmal an. Dies ist öfter aber auch bei ganz offener Stimmritze der Fall, wenn die Oeffnung der Stimmritze nur eng genug ist, doch sind die Töne immer schwächer.

3) Bei gleichbleibender Spannung der Stimmbänder bleibt sich auch die Höhe des Tones gleich, der hintere Theil der Glottis mag offen oder geschlossen sein, doch darf das Aneinanderpressen der *cartilagines arytaenoideae* nicht weiter als bis zur Insertionsstelle der Stimmbänder geschehen. Hieraus geht schon hervor, dass die Stimmbänder es sind, deren Schwingungen den Ton bestimmen und dass nicht die Luft, indem sie durch die Glottis hindurchgepresst wird, das primitiv Schwingende ist. Denn sonst müsste der Ton bei einer Stimmritze von ganzer Länge viel tiefer sein, als bei einer Stimmritze von der Länge der Stimmbänder. Wenn der hintere Theil der Stimmritze selbst nicht ganz schliesst, so entsteht kein zweiter eigenthümlicher Ton. Auch hat bei gleicher Spannung der Stimmbänder die grössere oder geringere Enge der Stimmritze keinen wesentlichen Einfluss auf die Höhe des Tones. Er ist nur schwerer zu erzeugen und wird weniger klangvoll, wenn die Stimmritze weit offen ist (ganz wie bei den Zungenwerken). Auch hieraus zeigt sich, dass die Stimmbänder und nicht die durch die Glottis durchtretende Luft das wesentlich Schwingende sind, denn sonst müsste die Tiefe des Tons mit der Weite der Stimmritze zunehmen.

4) Ungleiche Spannung der Stimmbänder erzeugt meist nur einen, selten 2 Töne. Dies beweist abermals, dass die Stimmbänder das Primitive beim Tonangeben sind und nicht die Luft.

5) Bei gleichbleibender Spannung der Stimmbänder entsteht zuweilen statt des Grundtons derselben ein viel höherer Ton, besonders wenn sie beim Schwingen in einem Theile ihrer Länge anstossen. (Dies rührt von der Entstehung der Schwingungsknoten her.)

6) Sowohl bei enger Oeffnung, als bei gänzlicher Berührung der Stimmbänder können Töne hervorgebracht werden. Im letzteren Falle, besonders wenn die Bänder ganz schlaff, sind die Töne stärker und voller.

7) Haben die Stimmbänder eine bestimmte Länge und gleichbleibende schwache Spannung, so ist der Ton in der Höhe nicht verschieden, mögen die Stimmbänder sich berühren oder die Glottis eng sein.

8) Bei grösserer Verkürzung der Glottis erzeugen die Stimmbänder selbst im schlaffen Zustande noch Töne.

9) Hohe und tiefe Töne lassen sich sowohl bei kurzer, als langer Stimmritze hervorbringen, wenn nur die Stimmbänder bei langer Stimmritze für hohe Töne zugleich stärker gespannt sind, und für tiefe Töne bei sehr kurzer Stimmritze mit berührenden Lippen ganz erschlafft sind.

10) Schwingen die ganzen Stimmbänder ohne gegenseitige Berührung von dem Winkel der *cartilago thyreoidea* bis zu den fest an einander liegenden Vocalfortsätzen der Giesskannenknorpel, so verändert sich die Höhe der Töne bei zunehmender Spannung nicht ganz, wie gespannte Saiten oder an beiden Enden gespannte Membranen. Sie bleiben meist um einige halbe oder ganze Töne unter der nach der Theorie geforderten durch die Spannung bedingten Höhe.

11) Durch Veränderung der Spannung der Stimmbänder in gleicher Direction lassen sich die Töne in dem Umfange von 2 Octaven verändern. Geht die Spannung weiter, so entstehen unangenehme, kreischende oder pfeifende Töne.

12) Ist der hintere Theil der Stimmritze fest geschlossen und sind die *cartilagines arytaenoideae* fixirt, so dass die Stimmbänder blos durch die Elasticität des *lig. crico-thyreoideum medium* ganz schwach gespannt sind, so lassen sich noch tiefere Töne hervorbringen, wenn die von diesem Bande bewirkte Spannung aufgehoben und eine noch grössere Abspannung und gänzliche Erschlaffung der Simmbänder bewirkt wird.

13) Es lassen sich an dem ausgeschnittenen Kehlkopfe bei sehr schwacher Spannung der Stimmbänder 2 ganz verschiedene Register von Tönen hervorbringen, nämlich der Brust- und der Falsetstimme ähnliche Töne. Diese verschiedenen Töne können bei einer bestimmten gleichen Spannung hervorgebracht werden. Bei einiger Spannung der Stimmbänder sind die Töne immer vom Klange der Fistelstimme, mag man stark oder schwach blasen. Bei grosser Abspannung sind die Töne stets die der Bruststimme; bei sehr schwacher Spannung hängt es von der Art des Blasens ab, ob der eine oder der andere Ton erfolgt; der Falsetton erfolgt leichter bei schwachem Blasen.

14) Bei den Falsettönen schwingen blos die feinen Ränder der Stimmbänder, bei den Brusttönen dagegen die ganzen Stimmbänder lebhaft und mit grossen Excursionen (was zuerst von *Lehfeldt* beobachtet wurde).

15) Beim weiblichen Kehlkopf sind die Töne im Allgemeinen höher, weil hier die Stimmbänder meist weit kürzer sind. Nach den von *Müller* angestellten Messungen beträgt die mittlere Länge der Stimmbänder: beim Manne in der Ruhe 18½ Mm., das Maximum der Spannung 23¼ Mm., bei der Frau in der Ruhe 12⅔ Mm., das Maximum der Spannung 15⅔ Mm. Also im Allgemeinen wie 3:2.

16) Bei gleicher Spannung der Stimmbänder lässt sich durch stärkeres Blasen der Ton fast um eine Quinte und mehr in die Höhe bringen.

17) Die Länge des Anspruchs- und Ansatzrohrs ist von keinem wesentlichen Belange auf die Höhe oder Tiefe des Tones. Eben so wenig hat die Luftröhre als membranöses Windrohr einen besondern Einfluss. Das Herabdrücken des Kehldeckels macht nur den Ton etwas dumpfer, ohne ihn wesentlich zu modificiren. Der *isthmus faucium* ist bei Brust- und Falsettönen gleich eng. Die Morgagnischen Taschen machen nur die Stimmbänder nach aussen frei, damit diese ungehindert schwingen können.

Aus diesem Allen ergibt sich nun, dass das menschliche Stimmorgan ein Zungenwerk mit membranösen doppelten Zungen ist, dass die Stimmbänder es sind, deren Schwingungen den Ton bestimmen, und dass nicht die Luft, indem sie durch die Stimmritze durchgepresst wird, das primitiv Schwingende ist. Diese Ansicht hatten auch schon *Biot*, *Cagniard la Tour*, *Magendie*, *Malgaigne* u. A., während *Ferrein* das Stimmorgan mit einem Saiteninstrumente, *Cuvier*, *Savart* und *Liscovius* dasselbe mit einem Blasinstrumente verglichen. Ausser den Kehlkopftönen sind nun aber auch noch eine Reihe verschiedener Mundtöne entweder durch Schwingungen des Gaumensegels und der Lippen oder der in der Mundhöhle enthaltenen Luft möglich.

Sprache. Während die Stimme und selbst der Gesang in der Thierwelt ziemlich verbreitet ist, bildet die Erzeugung und Benutzung der Sprachlaute ein ausschliessliches Eigenthum des Menschen, das er seinen höheren geistigen Fähigkeiten verdankt. Zur Sprache gehört eine Gedankenbildung, wie sie nur die psychische Organisation des menschlichen Gehirns hervorbringt (vollkommen Blödsinnige lernen nicht sprechen). Die Laute sind nicht in allen Sprachen gleich, und

die grosse Verschiedenheit der Laute in den verschiedenen Sprachen bezeugt deren mögliche Mannichfaltigkeit. Zur Hervorbringung der verschiedenen Buchstaben dienen nun nicht blos der Kehlkopf mit seinen Nachbartheilen, sondern auch vorzugsweise die Mundhöhle mit dem Gaumen, der Zunge, den Zähnen und Lippen. Manchmal wird auch der Nasenkanal, besonders zur Erzeugung gewisser Klangarten, zu Hülfe gezogen. Manche Laute setzen die Thätigkeit der Stimmbänder und Glottis voraus, während andere auch ohne diese hervorgebracht werden können. Die gewöhnliche Eintheilung der Laute in *gutturales*, *linguales* und *labiales* ist insofern nicht ganz richtig, als meistens alle oder doch mehrere Organe der Mundhöhle bei der Bildung derselben mitwirken.

Das Aussprechen der Vocale wird dadurch bedingt, dass beim Durchströmen der Luft durch die Glottis die Stimmbänder schwingen und dass der so entstandene Ton bei seinem Durchgange durch den Raum zwischen Zunge und Gaumen (Mundkanal, Schlundrachenraum) verschieden modificirt wird. Die Mundtheile haben nur insofern Einfluss auf die Vocalbildung, als sie den Klang dieser Buchstaben ändern können. Die Selbst- oder Stimmlauter sind die Grundtöne der ganzen Sprache, erfordern keine Anstrengung und Uebung der Stimmorgane und werden fast instinctmässig hervorgebracht, die Kinder sprechen sie auch zuerst aus. Als Halbvocale lassen sich *f*, *l*, *m*, *n*, *r*, *s*, *x* betrachten, welche durch die Art modificirt werden, mit der die Zunge, Lippen, Zähne, Gaumen u. s. f. die Vocallaute unterbrechen. Die Consonanten, welche zur Verbindung der Vocale dienen, sind bei weitem schwieriger als diese auszusprechen, ja einzelne derselben werden von manchen Individuen nur unvollkommen erlernt und nicht selten im Alter nicht mehr richtig gebildet, weil die dazu nöthigen Mundtheile fehlen und verändert sind oder die dazu nöthigen Bewegungen nicht mehr ausgeführt werden können. Die Erlernung von Sprachen mit sehr vielen Consonanten, wie der slawischen, wird uns am schwersten. Die Consonanten werden durch die schnelle Modification erzeugt, welche die Mundtheile den Tönen in dem Augenblicke aufdrücken, wo das Stimmorgan sie hervorbringt. Man theilt sie ein: entweder in Lippenbuchstaben *(labiales)*, wie *b*, *f*, *m*, *p*, *v*, *w* (welche den wilden Stämmen, die ihre Lippen mit Ringen durchbohren, fehlen); Zahnbuchstaben *(dentales)*, wie *d* und *t*, wobei die Zungenspitze wider die Schneidezähne des Oberkiefers schlägt, weshalb Kinder und Alte diese Buchstaben nicht gut aussprechen können; Gaumenbuchstaben *(palatinae)*, wie das gelinde *c* und *g*, *h*, *l*, *s*, *x*, *z*, wobei die Zungenspitze gegen den Gaumen gebracht wird; Kehlbuchstaben *(gutturales)*, wie: das harte *c* und *g*, *k*, *q*, welche in der Kehle articulirt werden; Nasenbuchstaben *(nasales)*, wie *n* und *m*, wobei die Luft den Nasengang durchstreichen muss. Oder man theilt die Consonanten auch in *continuae* und *explosivae;* zur Hervorbringung der letztern sind zwei verschiedene Bewegungen erforderlich, bei den ersteren nur eine Bewegung; um z. B. *b* auszusprechen, müssen die Lippen zuerst geschlossen und dann beim Durchgange der Luft geöffnet werden, um hingegen *f* auszusprechen, ist nur ein Bewegungsmodus erforderlich. Bei den *explosivis g* und *k* legt sich im ersten Momente der Zungenrücken an den Gaumen und im zweiten erfolgt die Oeffnung. Bei *d* und *t* legt sich die Zunge an die obere Zahnreihe oder den vordern Gaumen; bei *b* und *p* wird der Mund durch die Lippen geschlossen. Man nennt *b*, *d* und *g explosivae simplices*, dagegen *p*, *t* und *k explosivae aspiratae*. Die *continuae* sind Hauche, welche entweder ungehindert durch den Mundkanal durchgehen *(h)*, oder bei verschlossenem Munde durch die Nase durchgehen *(m, n);* oder in ihrem Durchgange gehindert werden durch die wie zum Blasen verengten Lippen *(f, w)*, durch die am Gaumen hinten

anliegende Zunge *(ch)*, mit Vibration *(r)*, durch die vorn anliegende *(l, sch)*, durch die Annäherung der Zähne *(s)*. Die Articulation der Consonanten bildet die Aussprache; aus der Verbindung der Consonanten mit den Vocalen entstehen die Worte, welche für sich die Sprache bilden. — Der Gesang ist eine modulirte Stimme und besteht in einem Wechsel höherer und tieferer, stärkerer und schwächerer Töne, und die Muskelbewegung ist dabei mannichfaltiger und energischer.

Schilddrüse, *glandula thyreoidea.*

Die **Schilddrüse** (s. Bd. I. S. 670) besteht (nach *Ecker*) aus einzelnen, wenig getrennten Lappen, die aus lauter soliden, theils kugligen, theils platten, röthlichgelben, durch Gefässe und lockeres Bindegewebe unter einander verbundenen Körnern von $^1/_4$—$^1/_2$''' Grösse, in denen sich mit blossem Auge durchaus keine Höhlungen wahrnehmen lassen, zusammengesetzt sind. Auf der Durchschnittsfläche der Körner dringt beim Drucke eine etwas klebrige, albuminreiche Flüssigkeit aus. Ein jedes Korn ist auf folgende Weise zusammengesetzt: die Grundlage bildet ein Stroma aus zahlreichen, in allen Richtungen verlaufenden Bindegewebs- und elastischen Fasern; in den Maschen dieses Fasernetzes liegen zahlreiche, rundliche oder ovale, vollkommen geschlossene Blasen (Drüsenblasen), welche aus einer zarten structurlosen Membran (Drüsenmembran) gebildet sind und einen Dm. von 0,050—0,100 Mm. haben. Den Inhalt dieser Bläschen bildet eine Flüssigkeit, welche nebst feinen Körnchen und einzelnen Fettkörnchen, namentlich Kerne (von 0,005—0,007 Mm.) enthält, die aus einer feinkörnigen Masse und darin eingesprengten, theils glänzenden, theils dunklen Körnern bestehen. Seltener sind diese Körner von 0,010—0,012 Mm. grossen Zellen mit klarem Inhalte umgeben. Diese Gebilde stellen bald nur eine einfache Lage auf der Innenwand der Blasen dar, bald sind sie in der diese ausfüllenden Flüssigkeit zerstreut. Zwischen den Drüsenblasen verlaufen im Stroma zahlreiche Blutgefässe, deren feinste Zweige auf der äussern Fläche der Blasen ein dichtes Netz bilden. Wie sich die Saugadern im Schilddrüsengewebe verhalten, lässt sich nicht genau bestimmen, doch ist die Zahl der austretenden Lymphgefässe nicht unbedeutend. Die Nerven scheinen nur mit den Arterien zu der Schilddrüse zu gelangen. — Die pathologischen Veränderungen dieses Organs sind bei Erwachsenen so häufig, dass man hier nur selten eine ganz normale Schilddrüse antrifft. Vorzüglich sind es die Drüsenblasen, welche leicht einer Veränderung (besonders der Vergrösserung und Erfüllung mit Colloidmasse) erliegen.

Die Function der Schilddrüse, sowie ohne Zweifel auch der Thymus und der Nebennieren, ist jedenfalls die Absonderung einer Flüssigkeit aus dem Blute in eigenthümliche Drüsenblasen, aus welchen dieselbe höchst wahrscheinlich in das Blut zurückgelangt. Es kann daher der Nutzen dieses Organs wohl nur ein allgemeiner für die ganze Blutmasse sein, was auch schon aus der grossen Blutmenge, welche dieses Organ durchströmt, wahrscheinlich wird. Welches aber dieser Nutzen sei, lässt sich noch nicht mit Sicherheit bestimmen. Da das Secret der Blutdrüsen sehr reich an Proteinsubstanzen und Fett ist, so liesse sich dasselbe vielleicht als ein concentrirtes Plasma, als eine Ernährungsessenz, betrachten, die zur Zeit der Aufnahme neuer Stoffe ins Blut aus diesem abgeschieden und nachher allmälig wieder in dieses aufgenommen und zur Ernährung verbraucht würde *(Ecker)*.

Thymusdrüse, *glandula thymus.*

Die Thymus (s. Bd. I. S. 681) — welche man bis vor Kurzem als nur den Menschen und Säugethieren zukommend betrachtete, die jetzt aber auch bei Vögeln, Amphibien und einigen Fischen nachgewiesen ist — besitzt (nach

Ecker) als Hülle eine sehr gefässreiche Haut, die aus Bindegewebe und elastischen Fasern besteht, und in welcher sich auch einzelne organische Nervenfasern nachweisen lassen. Die Substanz der Drüse, welche nur locker von der Hülle umgeben wird, ist weissgrau, weich und lässt eine weisslichtrübe, klebrige Flüssigkeit ausdrücken. Ihr Bau ist folgender. Sie besteht aus zahlreichen, grössern und kleinern, durch Bindegewebe und Gefässe vereinigten Lappen. Trennt man diese von einander, so lässt sich jede Thymushälfte zu einem langen, bandartigen, stellenweise knotig angeschwollenen Körper entwickeln, an dem man einen centralen Verbindungstheil und an diesen rings herum anhängende Läppchen unterscheiden kann. Dieser lange Körper ist in einer Spiraltour zusammengelegt, und dadurch sind die Lappen dicht auf einander gedrängt und in dieser Lage durch Bindegewebe und Gefässe verbunden und von der gemeinsamen Hülle umgeben, wodurch die Kürze und rundliche Gestalt des Organs bedingt ist. Jeder Lappen besteht aus mehreren konischen, nach aussen breiten und mit dem schmalen Ende am centralen Theile festsitzenden Läppchen; jedes Läppchen besteht aus gruppenweise vereinigten, sessilen, hohlen Halbkugeln (Beeren, *acini*) von etwa $\frac{1}{3}$ — $\frac{3}{4}$''', deren Höhlung durch eine weite Oeffnung mit der allen Beeren gemeinschaftlichen Höhle eines Läppchens zusammenhängt. Diese letztere Höhle hängt wieder mit einer centralen, durch die ganze Länge einer Drüsenhälfte verlaufenden Höhlung zusammen. Sonach kann die Thymus einer acinösen Drüse verglichen werden, welche anstatt eines Ausführungsganges eine geschlossene centrale Höhle besitzt. Die Wandungen der Acini, und somit der Läppchen und Lappen, bestehen aus einer feinen, structurlosen Drüsenmembran, welche aussen von einem feinen Blutgefässnetz umsponnen und vom Bindegewebe umhüllt ist. Der Inhalt, dessen chemische Beschaffenheit die eines sehr concentrirten Blutplasmas ist (nur dass die flüssige Fibrine fehlt), füllt in den Acinis die Höhlen ganz aus, während derselbe in den grössern Hohlräumen nur die Wände zu belegen scheint. Die mikroskopischen Bestandtheile dieses Inhaltes sind, nebst einem eiweissreichen, feine Fettkörnchen enthaltenden Plasma: *a)* Kerne von 0,003—0,006 Mm., von scheibenförmig-platter Gestalt, körnig durch eingesprengte Körner, die bald dunkler und bald heller erscheinen; *b)* Zellen (von 0,007—0,009''' Grösse), theils kleine, den Lymphkörperchen ähnliche, mit den Kern ziemlich eng umschliessender Membran, blass, zart, mit einem rundlichen und scharf gezeichneten, bald undeutlichen Kern; theils grosse, mit und ohne Kern, kleine Fettkörnchen enthaltend; theils blosse, kernlose, mit Fett gefüllte Blasen (namentlich nach der Periode der Reife des Organs); *c)* eigenthümliche zellenartige Gebilde, von *Ecker* concentrische Körper der Thymus benannt. Die einfachern dieser Körper stellen rundliche Blasen von 0,017—0,020 Mm. im Dm. dar, welche eine sehr dicke, concentrisch gestreifte (wahrscheinlich lamellös gebaute) Hülle haben und im Innern bald nichts als eine homogene, fettige, schillernde Masse, bald daneben noch einen Kern oder ein körniges Conglomerat oder zerstreute, feine Körner enthalten. Die zusammengesetzteren Formen dieser Körper sind grösser, bis zu 0,060 Mm. Dm., und bestehen aus mehreren der genannten Blasen, die von einer gemeinsamen, ebenfalls concentrisch gestreiften Hülle umgeben und zu einem Ganzen verbunden sind. Durch Anwendung von Druck und Zusatz von Ammoniak lassen sich dieselben in einzelne, platte, gefaltete, zarte Zellen mit blassen Kernen zerlegen, welche nebst freien Kernen, Fettkörnchen u. s. w. in der gemeinsamen Hülle lagen. Es scheinen diese Körper identisch zu sein mit denen, welche *Henle* als *Hasall*'sche concentrische Körperchen des Blutes bezeichnet. Sie entstehen ohne Zweifel aus Drüsenzellen durch Fettmetamorphose des Inhaltes dieser. — Die Blutgefässe verbreiten sich, nachdem sie die Hülle mit zahlreichen Zweigen versehen haben, zwischen den Lappen und Läppchen, und bilden schliesslich ein äusserst dichtes Netzwerk auf der äussern Fläche der Drüsenmembran, welches jeden Acinus mit einem sehr engmaschigen Geflecht umgibt. Von den Lymphgefässen kommt eine

ziemlich grosse Menge aus der Drüse hervor; die Nerven sind nicht zahlreich und organische.

Das erste Erscheinen der Thymus beim Embryo fällt noch vor die 9. Woche; sie wächst dann fortwährend, erreicht im 6. Monat die Schilddrüse und enthält im 7. schon den zähen weisslichen Saft; sie erreicht aber ihre höchste Entwickelung nicht mit dem Ende des Embryolebens, sondern sie wächst auch nach der Geburt noch länger fort und hört ungefähr im 2. Jahre nach der Geburt auf sich weiter zu vergrössern. Von hier an bleibt sie nun eine sehr verschieden lange Zeit hindurch stationär (bis zum 8., 12. und selbst 24. Jahre) und erleidet sodann allmälig, bei ziemlich gleichbleibendem Volumen, eine Umwandlung in Fettgewebe, welches nicht selten bis zum 30. und 40. Jahre noch deutlich sichtbar ist. Einen bestimmten Zeitpunkt für die höchste Entwickelung und die Rückbildung der Thymus anzugeben, ist unmöglich, da derselbe nach der individuellen Constitution, nach verschiedenen physiologischen Zuständen des Körpers, nach der Nahrung u. s. f. verschieden eintritt. — Die Function der Thymus dürfte wohl dieselbe der Schilddrüse sein.

Nebennieren, *glandulae suprarenales.*

Die Nebennieren (s. Bd. I. S. 732) bestehen (nach *Ecker*) aus einer Rinden- und einer Marksubstanz, die in Farbe und Bau verschieden sind. Die Rindensubstanz ist braun- oder rothgelb, in strahliger Richtung gestreift und ziemlich fest; sie besteht durchweg aus geschlossenen, aus einer feinen structurlosen Haut gebildeten, theils länglich elliptischen, theils rundlichen Blasen, gefüllt mit feinkörnigem Plasma, Kernen, jungen Zellen und Fettkörnchen. Die länglichen Blasen sind die grösseren (0,025 Mm. lang und 0,040 Mm. breit) und nehmen den mittlern und grössern Theil der Rindensubstanz ein, wo sie in radiärer Richtung, mit ihren Enden sich deckend, der Länge nach an einander gereiht sind. Die rundlichen Blasen (von 0,017 — 0,022 Mm.) liegen in den äussersten und innersten Schichten der Rindensubstanz. Die einzelnen Reihen sind durch säulenförmige Verlängerungen der äussern Bindegewebhüllen, welche Nerven- und Gefässstämme einschliessen und in senkrechter Richtung bis zur Marksubstanz verlaufen, von einander getrennt. Die Marksubstanz besteht aus einem Netze von Bindegewebe, welches mit den Säulen der Rindensubstanz zusammenhängt, aus einem Blutgefässnetze und ausserordentlich zahlreichen Nervengeflechten, und in den Maschen dieses Gewebes liegen dieselben Bestandtheile, welche sich in den Drüsenblasen der Rinde finden; Drüsenblasen selbst enthält die Marksubstanz aber nicht.

Die Nebennieren entwickeln sich beim Embryo sehr zeitig, sind anfänglich viel grösser als die Nieren: beim 12wöchentlichen Embryo sind Nebenniere und Niere etwa gleich gross und beim 6monatlichen Fötus sind erstere ungefähr halb so gross als letztere; beim reifen Kinde verhalten sie sich wie 1 : 3, beim Erwachsenen wie 1 : 8. Eine eigentliche Involution, wie bei der Thymus, findet bei diesen Drüsen niemals statt; die Drüsenblasen sind meist noch im höchsten Greisenalter vorhanden, wenn auch mehr wie früher mit Fettkörnchen gefüllt. Höchst wahrscheinlich entwickeln sich die Drüsenblasen aus Zellen, indem diese sich allmälig ausdehnen, während sich darin der Drüseninhalt durch endogene Kernvermehrung bildet. Es steht übrigens die Entwickelung der Structur beim Embryo nicht im geraden Verhältnisse mit der Grösse der Drüse, denn zur Zeit, wo diese relativ am bedeutendsten ist, sind noch keine Drüsenblasen darin vorhanden, sondern nur Kerne und Zellen, und die Structur ist am entwickeltsten, wenn die relative Grösse ihr Minimum erreicht, nämlich in jungen, erwachsenen Personen. — Die Function der Nebenniere stimmt wahrscheinlich mit der der Thymus und Schilddrüse überein. *(Ecker.)*

F. Athmungsprocess, Respiration.

Der Respirationsprocess — welcher in dem durch Erweiterung der Brusthöhle bedingten Einziehen von Luft in die Lungen (d. i. das Einathmen, Inspiration) und in dem durch Verengerung des Thoraxcavums erzeugten Austreiben von Luft aus den Lungen (d. i. das Ausathmen, Exspiration) besteht, der aber auch den Blutlauf (namentlich durch die Thoraxorgane) befördert (s. S. 504),

sowie das Einströmen des Chylus und der Lymphe in das Blut unterstützt — zeigt zuvörderst die Aufnahme und Assimilation des zur Unterhaltung des Lebens nothwendigen Sauerstoffs, sowie die Ausscheidung von Kohlensäure, Wasser und Stickstoff aus dem Blute (die Herstellung der arteriellen Blutmischung) als Zweck. Doch bildet diese Aufnahme und Ausscheidung von Gasen nur einige Momente und zwar die Anfänge und das Ende eines der wichtigsten und aus einer Reihe von in einander greifenden und sich wechselseitig bedingenden Vorgängen bestehenden Abschnittes des Stoffwechsels. Diese Vorgänge sind aber: die Fortentwickelung der plastischen Materien des Blutes zu gewebebildenden Stoffen und die Umbildung von Blutbestandtheilen zu Excretionsstoffen, unter Freiwerden von Wärme. Sonach liesse sich der Respirationsprocess seinem Wesen nach als derjenige Theil des gesammten, anbildenden und rückbildenden, Stoffwechsels bezeichnen, durch welchen die thierische Wärme vermittelt und (wenigstens beim Menschen und bei höheren Thieren) durch ein eigenes Organ eingeleitet und beschlossen wird *(Vierordt)*. — Die Organe, welche dem Respirationsprocesse dienen, sind: der Brustkasten, durch dessen abwechselnde Erweiterung und Verengerung die Luft in die Luftwege ein- und ausgeführt wird, und die von den Brustfellen umhüllten, mit der Luftröhre (und durch diese mit dem Kehlkopfe, der Nasen- und Mundhöhle) communicirenden Lungen, innerhalb welcher die atmosphärische Luft und das Blut mit einander in mittelbare Berührung treten. Alles, was den Zutritt der Luft zum Blute innerhalb der Lungencapillaren hindert, oder den Blutzufluss zur Luft in den Lungenbläschen stört, oder die Erneuerung der Luft in den Lungen herabsetzt, wirkt hemmend auf den Respirationsprocess und muss demnach auf das Blut, die Ernährung und Wärmeentwickelung eine nachtheilige Wirkung ausüben.

a. Die **Brusthöhle**, *cavitas thoracis s. pectoris* (s. Bd. I. S. 11, 83, 772), welche auf dem horizontalen Durchschnitte die Herz- oder Bohnenform zeigt (indem die Wirbelsäule von hinten her in die Brusthöhle vorspringt), verdankt ihre Grundlage an der hintern Wand den Brustwirbeln, vorn dem Brustbeine und den Rippenknorpeln und seitlich den Rippen; sie wird durch die *mm. intercostales*, welche die Zwischenräume zwischen den Rippen ausfüllen, an den Seitenwänden vollkommen geschlossen. An ihrer untern Oeffnung bildet das Zwerchfell einen fleischigen convexen Boden, welcher von vorn nach hinten und nach beiden Seiten stark abfällt, so dass der hintere und seitliche Theil der Brusthöhle weit tiefer hinabreicht, als der vordere, und der hintere Theil der unteren Lungenlappen in gleicher Höhe mit dem obern Theile des Magens, der Leber und Milz zu liegen kommt. Am kürzesten ist die Brusthöhle über dem *centrum tendineum diaphragmatis*, dem höchsten Punkte des Zwerchfells, welcher vorn bei vollkommenem Ausathmen mit der 5. Rippe, hinten mit dem Anheftungspunkte der 8. Rippe in einer horizontalen Ebene liegt. Die obere Oeffnung der Brusthöhle wird, bis auf einen kleinen Raum auf jeder Seite, von Theilen ausgefüllt, die vom Halse zur Brusthöhle herab- oder aus ihr zum Halse hinauflaufen, als: die Luft- und Speiseröhre, *mm. longi colli, scaleni, sternothyreoidei* und *sternohyoidei, artt. carotides communes, subclaviae* und *venae jugulares communes s. anonymae, nervi vagi, phrenici* und *sympathici*, und Zellgewebe, welches alle diese Theile unter einander verbindet. In den seitlichen, ungefähr 1″ im Dm. haltenden Raum, welcher zwischen diesen Theilen bleibt

und hinten von den den Querfortsatz des letzten Halswirbels bedeckenden Muskeln, nach aussen von dem *mm. scalenis*, den Armnerven und dem *m. omohyoideus*, nach vorn von der 1. Rippe und an seiner innern Seite von der Luft- und Speiseröhre, der *art. carotis* und *jugularis* begränzt wird, ragt beim Erwachsenen die von der Pleura umgebene stumpfe Spitze der Lunge, ungefähr um $\frac{1}{2}''$ über die 1. Rippe hinauf. — Was die Gestalt und Ausdehnung des Thorax und der Brusthöhle betrifft, so variiren diese nach der Gesammtarchitectur des Körpers, der Constitution, dem Geschlechte, der Beschäftigung, der Entwickelung der Lungen und Baucheingeweide u. s. f. ungemein. Der Brustkorb kann sein: lang oder kurz (im Längendm.), schmal oder breit (im Querdm.), flach (eingedrückt) oder gewölbt, tief (im geraden Dm., von vorn nach hinten). Der lange Thorax ist gewöhnlich auch breit, flach oder gewölbt, der kurze breit oder schmal, und flach oder gewölbt. Ein langer, breiter und oben gewölbter Thorax (mit stark entwickelten Lungen) findet sich viel öfter beim männlichen Geschlechte, bei starkknochigem Baue, bei athletischer Constitution, bei beträchtlicher und anhaltender Uebung der obern Extremitäten. Ein langer, breiter, platter Thorax ist bei gross gewachsenen männlichen Subjecten fast die Regel; ein kurzer, breiter, gewölbter Thorax ist bei untersetzten Staturen männlichen Geschlechts gewöhnlich; der schmale Thorax findet sich besonders bei zartknochigen Individuen beider Geschlechter, er ist gewöhnlich auch kurz und flach beim weiblichen Geschlechte und bei kleinen Männern, gewölbt und lang bei grosser Statur. Die Ausdehnung des untern Thoraxraumes kommt normal bei Individuen mit grossem oder kurzem Bauche, bei untersetzten Figuren und bei Kindern vor; die Enge des untern Thoraxraumes ist bei hochgewachsenen Leuten die Regel und wird oft noch durch pressende Kleidung verstärkt. Eine ungewöhnliche Wölbung des Sternums, häufig mit Vertiefung am Sternalende der untern Rippen gränzt schon an das Krankhafte, findet sich aber neben vollkommenem Wohlbefinden oft bei Individuen, die in sitzender und gebückter Stellung angestrengt arbeiten müssen. Im Alter wird häufig der Durchmesser der Brusthöhle von vorn nach hinten grösser und zugleich der Thorax oben und unten enger (fassförmig, vom Altersemphysem der Lungen). — Der mit dem fortschreitenden Wachsthum des Körpers zunehmenden Volumsvergrösserung der Lunge entspricht eine allmälige Ausweitung der nachgiebigen Thoraxwandungen. Diese geht nach allen Dimensionen und ziemlich stetig von der Geburt bis etwa in das 30. Lebensjahr, zuweilen sogar noch länger vor sich; am stärksten ist sie aber zwischen dem 17. und 25. Jahre, in welcher Zeit die Lungen ein ungewöhnlich starkes Wachsthum zeigen. Der vollkommen entwickelte Thorax ist in der Regel in seiner rechten Hälfte etwas weiter als in der linken; der Brustraum hat beim ausgewachsenen Manne, wo die Capacität absolut grösser als beim Weibe ist, einen Umfang von $2'\ 7''$ Par., im geraden Dm. $7-8''$, im Querdm. $10-14''$, im Längendm. $10-12''$. Beim vollendet gebildeten Weibe zeigt der Thorax unter den Brustdrüsen einen Umfang von etwa $2'\ 2''$, einen geraden Dm. von $6\frac{1}{2}-7''$, einen Querdm. von $8\frac{1}{2}-10''$, einen Längendm. von $8-8\frac{1}{2}$ Dm. Der verticale Dm. lässt sich eigentlich der Veränderlichkeit des Standes des Zwerchfells wegen nicht genau angeben und beim Lebenden nur durch die Percussion bestimmen. Am knöchernen Thorax hat man die Durchmesser so gefunden:

a) Wände: Länge der vordern Wand $6\frac{1}{2}-7''$, der hintern Wand $10\frac{1}{2}-11''$, der Seitenwand $12-12\frac{1}{2}''$; horizontaler Umfang in der Mitte der Höhe $24-28''$. — *b)* Obere Apertur: gerader Dm. (zwischen der *incisura semilunaris sterni* und dem 1. Brustwirbel) $2-2\frac{1}{2}''$; Querdm. (zwischen dem 1. Rippenpaare) $3\frac{1}{2}-4''$. — *c)* Mitte der Höhle: gerader Dm. (zwischen der Mitte des Brustbeins und dem 6. Brustwirbel) $4\frac{1}{2}-5\frac{1}{2}''$; Querdm. (zwischen dem 6. Rippenpaare) $7\frac{1}{2}-8\frac{1}{2}''$; schiefer Dm. (zwischen dem Knorpel der 4. und dem Winkel der 7. Rippe) $6-7\frac{1}{2}''$. — *d)* Untere Apertur: gerader Dm. (zwischen dem *processus xiphoideus* und dem 12. Brustwirbel) $6\frac{1}{2}-7''$; Querdm. (zwischen dem 12. Rippenpaare) $6\frac{1}{2}-8''$.

NB. Durch Krankheiten, sowohl seiner Wände (namentlich Rhachitis) als der in seiner Höhle liegenden Organe (besonders der Lungen) kann der Thorax in seiner Grösse, Form und Stellung die mannichfaltigsten Veränderungen erleiden. — Als angeborene Missbildung kommt am Thorax eine Spaltung des Brustbeins *(fissura sterni)*

vor, wobei die Haut entweder ungespalten oder gespalten ist, and die dislocirten Brustorgane einen Prolapsus oder eine Hernie bilden (unbedeckt oder noch von Haut überzogen sich ausserhalb der Brusthöhle finden).

Bewegungen des Thorax. Die Brusthöhle kann einem Blasebalge gleich erweitert und verengert werden, was besonders am untern Theile derselben (und hier vorzugsweise beim männlichen Geschlechte und bei Kindern) in höherem Grade von statten geht als oben, und theils von der Beweglichkeit der Rippen, theils von der Zusammenziehung und Ausdehnung des Zwerchfells abhängt. Damit aber die Bewegungen des Thorax ordentlich zu Stande kommen können, ist erforderlich: ein normales Verhalten der betreffenden Knochen, Knorpel und Gelenke (des Thoraxskeletes); die gehörige Reizbarkeit der Thoraxmuskeln und ihrer Nerven; die richtige Capacität der Lungen. — Zur Erweiterung der Brusthöhle, welche das Einathmen *(inspiratio)* zur Folge hat, dient ganz vorzüglich das Zwerchfell, welches im erschlafften Zustande gegen die Brusthöhle hin gewölbt ist, bei seiner Contraction aber nach der Bauchhöhle herabsteigt und sich abplattet, wodurch die Baucheingeweide nach vorn und nach unten gedrückt und die Oberbauchgegenden vorgetrieben werden. Beim leisen Einathmen reicht die Zusammenziehung des Diaphragma zum grossen Theile allein zur Erweiterung der Brust hin. Bei etwas stärkerer Inspiration wirken mit: die *mm. intercostales externi* und *interni* (nachdem die I. Rippe durch die *mm. scaleni* fixirt ist), die *mm. levatores costarum, infracostales, serrati postici superiores* und *scaleni*. Das tiefe Einathmen geschieht ausser durch die genannten Muskeln auch noch: durch die *mm. pectorales minores*, *subclavii* und *serrati antici majores* (nachdem das Schlüsselbein und Schulterblatt nach hinten und oben gezogen ist), und durch die *mm. cervicales descendentes* und *sternocleido-mastoidei* (bei gestrecktem Kopfe). Eine gewaltsame Respiration wird hervorgebracht: durch die *mm. pectorales majores, minores* und *serrati antici majores*, wenn die Arme in einiger Entfernung vom Thorax aufgestemmt und die Schulterblätter in die Höhe gedrängt und vom Brustkasten entfernt sind; ferner durch die *mm. cucullares*, *latissimi colli*, *sternocleidomastoidei*. — Die Verengerung der Brusthöhle, welche zum Ausathmen *(exspiratio)* beiträgt, geschieht dadurch, dass die Rippen herab und einwärts gezogen werden und das erschlaffte Zwerchfell in die Höhe gedrängt wird. Die hierbei wirkenden Muskeln sind: *mm. intercostales externi* und *interni* (bei fixirter letzter Rippe durch *m. quadratus lumborum* und *serratus posticus inferior*), *quadrati lumborum*, *serrati postici inferiores*, *triangulares sterni* und die Bauchmuskeln. Das sanfte Ausathmen erfolgt schon von selbst, wenn die Contraction der Muskeln nachlässt, durch welche die Inspiration bewirkt wurde. Ausserdem wird es noch unterstützt durch die elastischen und musculösen Fasern der Luftwege. Bei ganz tiefer Exspiration helfen noch die *mm. sacrolumbares* und *longissimi dorsi* mit. — [Dies sind die Athmungsmuskeln, welche die Anatomie dazu zu machen genöthigt ist.]

NB. Die Respirationsbewegungen sind nun aber sehr complexe Vorgänge; sie stellen besonders deshalb, weil die mechanischen Verhältnisse selbst während jedes Zeitmomentes einer Athembewegung verschieden, und die mittlern Wirkungen der Muskelgruppen, d. h. die Resultirenden so vieler, zugleich nach fast allen Richtungen wirkenden Kräfte, so unsicher zu bemessen sind, das schwierigste Kapitel in dem Gesammtgebiete der Mechanik der Bewegungswerkzeuge dar. Es lässt sich hier nicht nach dem Ursprungs- und Ansatzpunkte eines Muskels genau beurtheilen, welche Wirkung derselbe beim Athmen hat; die isolirte anatomische Betrachtung der Respirationsmuskeln hat auch schon zu vielen Widersprüchen Veranlassung gegeben. — Jedenfalls functioniren die Athmungsmuskeln, vorzüglich diejenigen der Inspiration, insofern in verschiedener Weise, als die einen unmittelbar zu den Räumlichkeitsveränderungen der Brusthöhle beitragen, während die andern nur dazu dienen, um die Contraction der ersteren zu erleichtern oder möglich zu machen (Fixatoren). Nach *Beau* und *Maissiat* — welche bei ihren Untersuchungen fanden, dass viele von den Muskeln, die man zu Respirationsmuskeln gemacht hat, bei der Respiration ganz unthätig sind, dass die Wirkung anderer übertrieben worden ist, ja dass sogar einige und zwar sehr wichtige gerade umgekehrt wirken als man es dargestellt hat — ist, der gewöhnlichen Annahme zuwider, die Zahl der Exspiratoren grösser als die der Inspiratoren, und allerdings erfordert auch eine angestrengte Exspiration, die sich mit vielen andern Verrichtungen des Organismus combinirt, weit mehr Kraftaufwand als die stärkste Inspiration. *Beau* und *Maissiat*

nehmen eine gewöhnliche und eine angestrengte Inspiration, eine einfache und eine complexe Exspiration an; sie weisen nach, dass bei der gewöhnlichen Respiration nur der Act des Inspirirens ein Muscularact ist, indem er durch die Contraction des Zwerchfells und der *mm. scaleni* zu Stande kommt. Die Zusammenziehung dieser Muskeln allein constituirt die gewöhnliche Inspiration; der Act des Exspirirens in der gewöhnlichen Respiration ist gar nicht durch Muskelthätigkeit vermittelt, sondern nur die Folge der Elasticität der Rippen, des Darmgases und der Lungen. Bei der angestrengten Inspiration ziehen sich noch zusammen: die *mm. sternocleidomastoidei*, die Bündel des *trapezius*, welche zur Clavicula und zum Acromion gehen, der *angularis scapulae*, *serratus magnus*, der Rippentheil des *pectoralis major* und der *pectoralis minor*. Die angestrengte und complexe Exspiration, welche bei allen Acten eintritt, die über die gewöhnliche Exspiration beim ruhigen Respiriren hinausgehen, wie beim Sprechen, Singen, Lachen, Husten, bei der Anstrengung u. s. w., wird vermittelt durch die *mm. intercostales*, durch den übrigen Theil des *trapezius* und *pectoralis major*, den *subclavius*, *triangularis sterni*, die *transversi* und *obliqui abdominis*; zugleich contrahiren sich der *sphincter* und *levator ani*. — Je nach dem Vorwiegen der verschiedenen, die Athembewegungen vollführenden Muskelgruppen unterscheiden *B.* und *M.* das Bauchathmen, das Athmen mit den untern (der 7. bis 12.) und dasjenige mit den obern Rippen. Das Abdominalathmen ist für die Kindheit und zwar ohne Unterschied des Geschlechts eigenthümlich; das untere Brustathmen in Verbindung mit dem abdominalen kommt vorzugsweise den Männern, das mit den obern Rippen den Weibern zu. [Weiteres s. später bei In- und Exspiration.]

b. Die **Lungen** (s. Bd. I. S. 675), vorzüglich deren Zellenräume (Lungen- oder *Malpighi*'sche Bläschen) und Pulmonalcapillaren, bilden den wesentlichsten Theil des Respirationsapprates und alle übrigen Theile desselben haben nur den Werth von Hülfsorganen. Bis in die feinern Verzweigungen der Bronchien erhalten sich die histologischen Elemente, aus welchen die grösseren Bronchien und die Luftröhre bestehen, nämlich: die mit Flimmer epithelium bekleidete Schleimhaut, die aber immer dünner wird und in den feinsten Aestchen ihr Flimmerepithelium mit einfachem Pflasterepithel vertauscht; die unter derselben liegende Längenschicht elastischer Fasern; die hierauf folgenden quer verlaufenden glatten Muskelfasern (eine Ringfaserhaut an den feinern Bronchien bildend) mit einzelnen ebenfalls querverlaufenden Kernfasern; und endlich als äusserste Schicht eine dünne Lage von Bindegewebe mit reichlichen Kernfasern. Knorpelplättchen konnte *Gerlach* bei Bronchialästen von 0,1''' Dm. noch auffinden; dieselben haben immer eine längliche, oben und unten abgerundete Gestalt und sind ungemein reich an kleinen Knorpelkörperchen. Die Schleimhaut besitzt noch in Bronchien von 0,15''' Dm. einfache Schleimdrüsen. — Die feinsten Bronchialäste endigen in die rundlichen, ovalen oder bisweilen auch polygonalen Lungenbläschen, d. s. die endständigen oder terminalen; von 0,035—0,05''' Dm. beim Neugebornen, 0,07''' beim Erwachsenen und über 0,1''' bei alten Leuten; unmittelbar vor den Bläschen befindet sich also die engste Stelle der Luftwege. In den Bläschen ist die Schleimhaut äusserst zart, dünn und structurlos (amorphe Bläschenmembran), und auf ihrer innern Fläche mit einer Lage kleiner und zarter pflasterförmiger Epithelialzellen besetzt. Auf der äussern Fläche der Schleimhaut finden sich Bindegewebs- und elastische Fasern, die ersteren in geringer Anzahl und in kreisförmiger Anordnung, die letzteren ziemlich zahlreich, in bogenförmiger Anordnung und im Allgemeinen von mittlerer Breite. Auch glatte Muskelfasern (von spindelförmiger Gestalt) sind von Einigen beobachtet worden. Durch Bindegewebe (interstitielles, intervesiculäres und interlobuläres), in welchem sich später körniges Pigment ablagert, werden die Wandungen der neben einander liegenden Lungenbläschen zu Läppchen, und diese wieder zu grösseren Lappen verbunden. Ausser den terminalen Lungenbläschen gibt es aber auch noch laterale und parietale, welche seitliche Ausstülpungen der Bronchialästchen bilden und sich von den terminalen Bläschen nur dadurch unterscheiden, dass sie nicht durch einen Stiel, sondern mittels einer breiteren Grundlage mit den Bronchialästchen zusammenhängen. Die Lungenbläschen sind im Normalzustande niemals leer von Luft; nur durch Druck von aussen oder Ausfüllung ihrer Höhlen können sie dies werden. — Das Capillarnetz der Pulmonalarterie kleidet die Wandungen der Bläschen aus und liegt unmittelbar unter der structurlosen Bläschenmembran; die Capillaren haben einen Dm. von 0,005''' und die Maschenräume von 0,006

— 0,008‴ Dm. Die Bronchialarterien verbreiten sich mit ihren Capillaren in den Wänden der Bronchien; einzelne Zweige derselben gelangen auch bis zur Lungenpleura. Zwischen den Capillaren der *artt. pulmonales* und *bronchiales* besteht eine Communication. — Die Nerven der Lunge, welche aus dem vom *nerv. vagus* und *sympathicus* gebildeten *plexus pulmonalis* stammen, begleiten die Bronchien und bilden auf diesen zahlreiche Ganglien, aus denen feine Nervenfasern entspringen, welche die knorpeligen Wände der Bronchien durchsetzend sich zur Schleimhaut begeben und hier auf eine noch nicht näher gekannte Weise endigen. Im Ganzen besitzt das Lungengewebe nur wenig Nerven. Dass der chemisch-physikalische Process der Respiration von diesen Nerven oder vom gesammten Nervensysteme direct nicht abhängig ist, darüber waltet jetzt kein Zweifel mehr.

Ueber die Capacität der Lungen Erwachsener von mittlerer Grösse existiren sehr widersprechende Angaben; jedenfalls bietet die Räumlichkeit der Lungen bei verschiedenen Menschen sehr bedeutende Variationen dar. *Hutchinson* stellt die Behauptung auf, dass fast gar keine Beziehung zwischen der Capacität der Lungen und der äussern Entwickelung des Thorax existire; er sucht darzuthun, dass die Capacität der Lungen bei gesunden Menschen in demselben Verhältnisse grösser wird, als deren Körperhöhe zunimmt. Als allgemeines Gesetz fand er, dass mit Zunahme von je 1″ Körpergrösse die Lungencapacität um 131 Cubikcentimeter steigt. Bei Lungenkrankheiten, besonders bei Tuberculose, ist dieselbe nothwendiger Weise verringert; so beobachtete *H.*, dass bei einem Phthisicus, dessen Lungen im gesunden Zustande nach der Körperhöhe zu schliessen 4101 Cubikcentimeter hätten fassen sollen, dieselben nur eine Capacität von 758 Cubikcentimeter hatten. Im Allgemeinen variirt nach den bis jetzt gemachten Versuchen die Menge der Luft, welche die Lungen Erwachsener halten können, zwischen 2000 und 4000 Cubikcentimeter.

Mechanismus der Respiration. Die Brusthöhle, welche im normalen Zustande luftdicht geschlossen, ist, da die Rippen beweglich mit der Wirbelsäule articuliren und durch elastische Knorpel mit dem Brustbeine verbunden sind, einer Erweiterung fähig. Bei derselben, d. i. das Einathmen (ähnlich der Aspiration einer Saugpumpe), folgen die Lungen (welche niemals leer von Luft sind), da die Pleurahöhle leer ist und die *pleura pulmonalis* dicht an der *costalis* anliegt, der Erweiterung des Thorax nach, indem die in ihnen enthaltene Luft sich ausdehnt, so dass die in den grössern Luftwegen und ausserhalb des Körpers befindliche Luft, deren Dichtigkeit grösser ist, in einer der Erweiterung des Thorax entsprechenden Quantität nachfolgt und in die feinern Verästelungen der Lungen eintritt. Beide Momente, die Erweiterung der Lungen und ihre stärkere Füllung mit Luft erfolgen gleichzeitig; eine bedeutende Luftverdünnung in den Lungen ist keinen Augenblick hindurch möglich, da einerseits die atmosphärische Luft in die Lungen nachströmt, und anderntheils die Unterleibsorgane, besonders aber die Darmgase, dem Zwerchfelle einen solchen Widerstand entgegensetzen, dass letzteres, wenn es nicht vom Drucke der in die sich ausdehnenden Lungenzellen einströmenden Luft unterstützt wird, sich nicht nach abwärts bewegen kann. In Folge der Ausdehnung der Lungenbläschen durch die Luft werden die Windungen der Lungencapillaren geringer und der Contact des Blutes mit der Luft vergrössert. Ferner strömt alsdann das Blut mit grösserer Leichtigkeit durch die Haargefässe der Lungen, sowie dadurch auch eine grössere Füllung der Lungencapillaren mit Blut möglich ist, wodurch eine Aspiration auf die übrige Blutmasse entsteht. — Nach einer kurzen Pause verengt sich die Brusthöhle nach allen Dimensionen, d. i. das Ausathmen, und der Druck, welcher dadurch auf die in den Lungen enthaltene Luft ausgeübt wird, nöthigt dieselbe

einen Ausweg zu suchen, und in einem, der Verengung des Thorax adäquaten Volumsverhältniss aus den Respirationsorganen zu treten. *(Vierordt.)*

Einathmen, *inspiratio*. Die Erweiterung der Brusthöhle kommt durch das Auf- und Auswärtsziehen der Rippen und die Verflachung des Zwerchfells zu Stande. Je nach der Tiefe und Kraft der Inspiration wirken hierbei verschiedene Muskeln mit (s. S. 685). Da nun aber die Brustwand hermetisch verschlossen ist und nirgends in der Brusthöhle ein luftleerer Raum existiren kann, so werden die Muskeln diese Erweiterung, des Druckes der atmosphärischen Luft wegen, nur dann ermöglichen, wenn die Lungen, durch sofortige Füllung mit hinreichender Luft, der Erweiterung des Thorax genau folgen. Bei dieser Aspiration des Thorax wird nun aber nicht blos die Luft, sondern auch das Blut der Venen und der Inhalt des *ductus thoracicus*, sowie ein Theil der Brustwand (die Zwischenrippenräume, bisweilen auch die Kehl- und Oberschlüsselbeingrube) eingesogen. Zugleich geschieht auch ein Zug der Lungen auf das Blut des rechten Herzens und so hat die Inspiration einen grossen Einfluss auf die gesammte Blutcirculation (s. S. 504). — Das Entstehen eines luftleeren Raumes (der überhaupt nie im Körper vorkommen kann), vielleicht bei Schwund eines Brustorganes, wird verhindert: durch Einsinken der Brustwand, durch abnorme (totale oder partielle) Ausdehnung der Lunge (d. i. supplementäres oder vicariirendes Emphysem), durch Hinziehen benachbarter Organe (Leber, Herz, Milz), durch Wasser- oder Blutaustritt *(hydrops* und *haemorrhagia ex vacuo)*. — Die Erscheinungen bei der Inspiration sind folgende: der Thorax dehnt sich allseitig aus (besbnders in seinem vordern und im untern seitlichen Theile) und wird etwas in die Höhe gehoben; die weiter werdenden Intercostalräume (am stärksten zwischen der 6. und 7. Rippe), bisweilen auch die Kehl- und Oberschlüsselbeingruben, ziehen sich ein, während die obere Bauchgegend sich vorwölbt; der Kehlkopf tritt etwas herab, während der Kehldeckel sich aufwärts richtet und die Stimmritze sich erweitert; das Lumen der Luftröhre und der Bronchialverzweigungen nimmt zu, die Lungenbläschen dehnen sich aus (wahrscheinlich nur passiv); das Darmgas wird comprimirt. Wird durch die Nase geathmet, so liegt die Zunge dem Gaumen näher, wird durch den Mund geathmet, so ist der weiche Gaumen aufgerichtet. Bei beschwerlichem Athmen werden Mund und Nase erweitert, und die Zunge liegt auf dem Boden der Mundhöhle auf. Im Kehlkopf, in der Luftröhre und den Bronchien hört man, ebenso wie bei der Exspiration, ein hohes helles Keuchen (d. i. Laryngeal-, Tracheal- und Bronchial-Athmen), welches durch die Reibung der Luft an den Wandungen der genannten Luftwege entsteht; dagegen ist in der Lunge, vorzüglich am Ende der Inspiration, das Vesiculär- oder Zellathmen hörbar, welches dem Einschlürfen der Luft durch den verengten und zugespitzten Mund (wie *w*, *b* oder *f*) gleicht und wahrscheinlich ebensowohl durch Reibung der Luft an den Wänden der feinsten Bronchien, wie durch Aufblähen der Lungenbläschen hervorgerufen wird. Sind flüssige Ansammlungen in den Luftwegen enthalten, so verursacht das Durchströmen der Luft durch dieselben ein Rasseln, dessen Ton dem Lumen des betreffenden Luftweges, resp. der Grösse der durch die Flüssigkeit strömenden Luftblasen entspricht.

Modificationen der Inspiration, hervorgerufen durch ein momentanes Vorwalten der Einathmungsmuskeln, haben, wie die Exspirationsmodificationen, entweder in gewissen Zuständen der Respirationsorgane oder anderer Theile des Organismus, oder in gewissen psychischen Stimmungen ihren Grund und sind folgende: *a)* Gähnen *(oscilatio)*, bestehend in einer tiefen und langsamen Inspiration bei weitgeöffnetem Munde (bisweilen unter krankhafter Contraction der den Unterkiefer herabziehenden Muskeln), bei stark gehobenem Gaumensegel und sehr erweiterter Glottis, bisweilen mit nachfolgender kurzer, etwas tönender Exspiration. Kommt häufig bei körperlicher und geistiger Müdigkeit, oft zugleich mit Strecken der obern Extremitäten oder des ganzen Körpers vor. — *b)* Seufzen *(suspirium)*, d. i. ein langsames, tiefes, meistens durch den Mund erfolgendes Einathmen, dem eine gleichartige, tönende Exspiration nachfolgt. — *c)* Schluchzen (Schlucken, *singultus*) besteht in abgebrochenen kurzen und tiefen,

heftigen und schnell auf einander folgenden, tönenden Inspirationen, die nur vom Zwerchfelle erzeugt werden und die Folge sowohl körperlicher als auch psychischer Zustände sind. — *d)* Keuchen *(anhelitus)* ist ein schnelles und kurzes Einathmen mit schnellem und kurzem Ausathmen. — *e)* Schnüffeln, d. s. schnell auf einander folgende, oberflächliche Inspirationen durch die Nase bei geschlossenem Munde; bezweckt ein möglichst feines Riechen. — *f)* Beim Saugen und Schlürfen bedienen wir uns der mit der Einathmung verbundenen Aspiration, indem wir die in der Mundhöhle enthaltene Luft durch eine Inspiration anziehen, so dass die mit den Lippen unmittelbar oder mittelbar in Contact stehende Flüssigkeit in die Mundhöhle eindringt.

Ausathmen, *exspiratio.* Das gewöhnliche Ausathmen ist nicht wie das Einathmen ein Muskelact, sondern Folge der Elasticität der Rippenknorpel, der Luftwege und des Darmgases; es kommt durch das Nachlassen der Contraction (Erschlaffen) der Inspirationsmuskeln und so durch das Einsinken der Rippen und Heraufsteigen des Zwerchfells, welches auch noch durch die Ausdehnung des Darmgases in die Höhe gedrängt wird, zu Stande. Dabei hilft jedenfalls noch die Zusammenziehung der elastischen und contractilen Wände der Luftwege. Beim angestrengten Exspiriren (Sprechen, Singen, Lachen, Husten) treten dann noch Muskeln (s. S. 586) mit in Wirkkeit. Das Exspiriren muss gestört sein, wenn die Elasticität des Thoraxskeletes und der Luftwege verringert, und die Contractilität der Muskelfasern der Lungen und Bauchmuskeln geschwächt ist. — Die Erscheinungen bei der Exspiration sind folgende: die Brusthöhle verengt sich durch Herab- und Einwärtssinken der Rippen, Verengern der sich wieder ausgleichenden Intercostalräume und Aufsteigen des Zwerchfells; der Thorax sinkt herab; die Oberbauchgegend fällt ein; Kehlkopf, Kehldeckel, Nase, Mund, Gaumen nehmen die Stellung der Ruhe an, die Stimmritze verengert sich etwas. Bei der Exspiration wirkt der Thorax auf das Blut der Gefässe in der Brusthöhle als Druckpumpe und befördert, da dieses des Klappenapparates wegen (s. S. 504) nicht aus dem Thoraxcavum und den Lungen zurückfliessen kann, dessen Vorwärtsströmen.

Modificationen der Exspiration sind *a)* Husten *(tussis)*, d. s. kurze, tönende, kräftige und stossweise Exspirationen bei mehr oder weniger verengter Glottis (meistens nach einer tiefern und kräftigern Inspiration; wenn dies nicht vorhergeht, so entsteht das Hüsteln). — *b)* Niesen *(sternutatio)* besteht darin, dass nach tiefem und langsamem Einathmen (in Folge von Reizung der Nasenschleimhaut) eine kurze und starke Exspiration folgt, welche bei dem schnellen und kräftigen Hindurchtreiben der Luft durch die Nasenhöhle daselbst einen Theil des Schleims (dessen Secretion meistens momentan vermehrt ist) unter einem eigenthümlichen Geräusche mit sich fortreisst. — *c)* Beim Räuspern *(exscreatio)* wird ein Luftstrom schnell und kräftig mittels einer oder einiger schnell auf einander folgenden Exspirationen durch die Glottis und den zusammengezogenen Pharynx getrieben, wodurch eine Art Abspülung dieser vibirenden Theile zu Stande kommt. — *d)* Hauchen ist ein schnell oder langsam erfolgendes Ausathmen durch die Mundhöhle, welches unter einem eigenthümlichen hohlen und meist leisen Tone erfolgt. — *e)* Schnäuzen, d. i. ein kräftiges Ausathmen durch die Nase bei Verschliessung des Mundes. — *f)* Das laute Lachen wird durch mehr oder weniger schallende, schnell auf einander folgende, kurz abgebrochene, stossende Ausathmungen gebildet, womit sich eigenthümliche, in der Stimmritze gebildete Töne combiniren. — *g)* Das Weinen ist häufig ein tönendes, durch Inspirationen unterbrochenes, stossweises Ausathmen mit nachfolgendem tiefen Einathmen, mit Thränenfluss und charakteristischem Mienenspiele.

NB. Schnarchen *(stertor)*, d. i. eine Erzitterung des Gaumensegels und Zäpfchens bei der In- und Exspiration, besonders im Schlafe oder Sopor, wenn der Mund offen steht und die Rachenenge so ziemlich geschlossen ist. — Beim Gurgeln bringt man Flüssigkeiten mit den hinteren Mundpartieen in Berührung und setzt, nach vorhergegangener tiefer Inspiration durch die Nase, vermöge schnell auf einander folgender kurzer Ausathmungen durch die verengte Rachenöffnung der Mundhöhle, die im Hintergrunde befindliche Flüssigkeit in Bewegung, wobei eigenthümliches Geräusch entsteht. Das Abfliessen der Flüssigkeit in den Kehlkopf und Pharynx wird durch den von unten kommenden kräftigen Luftstrom verhindert. — Beim Drängen, welches den Austritt der in den Organen des Unterleibes enthaltenen Ansammlungen durch die natürlichen Oeffnungen zum Zwecke hat, folgt nach einer vorhergehenden, tiefen Inspiration eine langsame und kräftige Exspiration, oder es wird der Athem angehalten.

Die Athembewegungen sind zum Theil unserm Willen unterworfen, grösstentheils geschehen sie aber unwillkührlich (durch Reflex). Zwischen Inspiration und Exspiration besteht eine kleine Pause von einigen Secunden; das Einathmen dauert ein wenig länger als das Ausathmen. Die Zahl der Respirationszüge ist nach Alter, Geschlecht und Individualität sehr verschieden; bei Säuglingen beträgt die Athmungsfrequenz im Mittel 44,

bei Kindern 26, bei jungen Personen 14—24, bei Erwachsenen 11—20 (die höchste Zahl der Athemzüge beträgt etwa 120—130) in der Minute. Uebrigens variirt die Zahl der Athembewegungen bei derselben Person, selbst in gesundem Zustande, ausserordentlich, da körperliche Bewegungen, psychische Aufregungen, Blautlauf und Verdauung, Temperatur und Luftconstitution u. s. w. grossen Einfluss darauf haben. Gewöhnlich wiederholen sich die Athemzüge nicht vollkommen rhythmisch und gleichförmig. — Ebenso verschieden wie die Frequenz der Athemzüge ist auch die Grösse (Tiefe) derselben, d. h. die Quantität der jedesmal ein- und ausgeathmeten Luft. Das durch eine Exspiration ausgeschiedene Luftvolum beträgt nach *Abilgaard* 53—107 C. C., nach *Keutsch* 107—214, nach *Davy* 213, nach *Lavoisier* und *Seguin* 233, nach *Coathupe* und *Allen-Pepys* 262, nach *Herbst* 317—356 für jüngere, 369—495 für erwachsene Personen, nach *Bostock*, *Corrigan*, *Valentin* 656, nach *Vierordt* 507—699 C. C. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das mittels einer Ausathmung exspirirte Luftvolumen zu der in den Lungen überhaupt befindlichen Luftmenge im gesunden, ruhigen Zustande bei Erwachsenen in einem ziemlich constanten Verhältnisse steht, welches sich nach *Vierordt's* Beobachtungen durch die Proportion 1 : 4,75 ausdrücken lässt. Was das Erweiterungsspiel des Thorax betrifft, so fand *Valentin*, dass dasselbe zwischen der stärksten Ein- und Ausathmung im Niveau der Herzgrube $^1/_8$—$^1/_7$ des Thoraxumfanges betrug. Der Grad der Ausdehnungsfähigkeit des Thorax steht übrigens, wenn anders die denselben constituirenden knöchernen und musculösen Theile gesund sind, mit der Permeabilität der Lungen und mit dem Zustande der Pleurasäcke im genauen Zusammenhange.

Alle Athembewegungen, zu welchen die Bewegungen des Zwerchfells, der Bauch-, Brust- und Kehlkopfmuskeln (welche die Stimmritze öffnen und schliessen) gehören, und zuweilen auch noch einige Bewegungen im Gesichte und Gaumensegel kommen, erfolgen ausser dem Einflusse des Willens unwillkührlich, und hängen doch auch innerhalb einer gewissen Gränze von dem Willen ab. So erfolgen sie, ohne dass wir es wissen, im Schlafe und zu anderer Zeit im beständigen Rhythmus, sie sind aber insofern auch dem Willen unterworfen, als wir den Eintritt der einzelnen Athemzüge, aber nur innerhalb einer gewissen Gränze, willkührlich bestimmen, dieselben verkürzen, verlängern, und die Athembewegungen auf einzelne Gruppen der Respirationsmuskeln beschränken können. Diese Bewegungen sind dem Wirkungskreise sehr verschiedener Nerven unterworfen, die gemeinsame Quelle aller aber, sowohl der willkührlichen, wie der unwillkührlichen Athembewegungen, ist die *medulla oblongata (Legallois)*. — Die beim Athmen thätigen Nerven sind: 1) *Nervus facialis*, der Athemnerv des Gesichts *(Charles Bell)*, insofern von ihm die Erhebung und Senkung der Nasenflügel und die Anstrengungen mehrerer Gesichtsmuskeln beim Athmen abhängen. — 2) *Nerv. trigeminus*, und zwar die von der kleinen Portion desselben zu den Unterkiefermuskeln gehenden Zweige. — 3) *Nerv. vagus* (s. S. 565), vermittelt zuvörderst durch seinen *ramus laryngeus superior* und *inferior s. nerv. recurrens* die Erweiterung (beim Einathmen) und Verengerung (beim Ausathmen) der Stimmritze; seine Function in den Lungen ist offenbar theils die, die Empfindung in denselben zu leiten, theils die Thätigkeit der Muskelfasern der Luftwege innerhalb der Lunge zu regieren. — 4) *Nerv. phrenicus*, der grosse innere Athemnerv, regiert die Zusammenziehung des Zwerchfells. — 5) *Nerv. accessorius Willisii*, oberer Athemnerv, insofern er den *m. cucullaris* beim Heben der Schulter beherrscht, dem *m. sternocleidomastoideus* Zweige gibt und Fäden in den *nerv. vagus* schickt. — 6) Die *nervi spinales* (*cervicales thoracici* und einige *lumbares*, welche zu den Bauchmuskeln Zweige geben), welche Zweige für die zur Erweiterung und Verengerung der Brusthöhle bestimmten Muskeln abgeben. *Bell* nennt den *nerv. thoracicus posterior* den äussern Athemnerven. — Nach *Kind* und *Stromeyer* wird die Inspiration nicht durch die *medulla oblongata* hervorgebracht, sondern nur darin vermittelt; ihre wahre Quelle liegt in den organischen Processen (in dem durch Berührung der Luft hervorgebrachten Hautreize, nach *Kind*), die von den sensitiven peripherischen Nervenenden empfunden und der *medulla oblongata* fühlbar gemacht werden, und so die reflectirten inspiratorischen Bewegungen veranlassen. — Nach *Müller* liegt die Ursache der Athembewegungen nicht in dem Empfindungsreize der atmosphärischen Luft weder auf die Lungen, noch auf die Haut, sondern im arteriellen Blute, welches beim ersten Eindringen der Luft in die Lungen entsteht, und in weniger als einer Minute schon bis zum *primum movens* aller Athembewegungen im Gehirne, zur *medulla oblongata* gelangt und diese zu Entladungen des Nervenprincips in die von ihr abhängigen Bahnen der respiratorischen Nerven erregt. Da nun aber die Incitation der *medulla oblongata* durch das arterielle Blut continuirlich ist, so fragt es sich, was der Regulator des Rhythmus der Athembewegungen sei? Zur Erklärung des Rhythmus muss man eine unbekannte Ursache in der *medulla oblongata* annehmen, welche bewirkt, dass nach jeder Bewegung des Nervenprincips nach den Inspiratoren, jedesmal die Bewegung desselben nach den Exspiratoren erfolgt, und umgekehrt, so dass die eine Direction, wie beim Pendel, die nothwendige Ursache der entgegengesetzten ist. — Nach *Brachet (Arnold* und *Romberg)* werden die Athembewegungen dadurch veranlasst, dass uns das Gefühl des Bedürfnisses

dazu antreibt; dieses fühlen wir aber durch Vermittelung des *nerv. vagus*, denn nach Durchschneidung desselben soll das Athmen aufhören (nach *Legallois* deshalb, weil sich dann die Stimmritze schliesst). Allein nach *Volkmann's* Versuchen dauert das Athmen nach Durchschneidung des *vagus* fort und wird jetzt die Luft entzogen, so treten ebenfalls noch Erstickungssymptome ein. — Nach *M. Hall* sind die Athembewegungen theils reflectorisch, theils willkührlich; erstere werden von der Kohlensäure, welche die periphèrische Ausbreitung des *vagus* in den Lungen reizt, sowie durch den Reiz der Kälte, welcher die Haut trifft und durch den *vagus, trigeminus* und die Hautnerven zur *medulla oblongata* geleitet wird, hervorgerufen. Versuche bestätigen dies aber nicht. Dass die Kohlensäure eben so wenig, wie die eindringende Luft, Ursache des ersten Athmens nach der Geburt ist, wird dadurch bewiesen, dass nicht vor, sondern erst nach den ersten Athemzügen Kohlensäure zu entdecken ist, dass auch nach Exstirpation der Lungen die Athembewegungen fortdauern, dass Landthiere, auch wenn sie unter Wasser geboren werden, athmen, und dass Hunde, die mit unverletzten Eihäuten zur Welt kommen, im Schaafwasser schon Athembewegungen machen. — *Volkmann* glaubt, dass der Stimulus für die Thätigkeit der *medulla oblongata* und Athembewegungen nicht in der äussern Natur, sondern im Organismus selbst zu suchen sei und dieser ist: die Kohlensäure, die sich im Blute findet, aber nicht die in den Lungen frei gewordene; der Ort der Erzeugung ist jeder Theil des Körpers, nicht blos die Schleimhaut der Lungen; reizender Nerv ist jeder Nerv mit centripetaler Leitung, der bis zum verlängerten Marke wirkt, nicht ausschliesslich der *vagus*. Die Athembewegungen sind also reflectorischer Natur, finden ihren Impuls im Athembedürfniss und dieses entspringt aus gewissen Nutritionsverhältnissen und zwar des ganzen Körpers. Alle Theile verlangen vom Blute Sauerstoff für die Kohlensäure, die sie abgeben; sobald das mit Kohlensäure überschwängerte Blut diesem Bedürfniss nicht mehr zu genügen vermag, entsteht eine Substanzveränderung, die als Athemnoth des Organs gefasst werden kann. Diese Athemnoth besteht im Minimum beständig, weil die thierische Substanz immerfort nach Oxygenation strebt, selbst wenn die Lungen gehörig thätig sind; sie wirkt so stets auf die centripetalen Nerven und durch diese auf das Rückenmark, ohne dann aber Empfindung zu erwecken; steigert sie sich zum Uebermaass, so entsteht Erstickungsgefühl. Durch diese Reflextheorie erklärt sich nun: 1) warum der Fötus nicht athmet, auch wenn er unmittelbar vor der Geburt die gehörige Ausbildung zu Athembewegungen erlangt hat; es findet hier keine Athemnoth statt, weil die *vena umbilicalis* den Theilen so viel Sauerstoff zuführt, als sie brauchen; 2) warum der Embryo unmittelbar nach der Geburt athmet, selbst wenn er in einem irrespirablen Medium, im Wasser, zur Welt kommt; weil nach Trennung der Nabelgefässe Athemnoth eintritt; 3) warum jeder einzelne Theil, der zu den Athembewegungen bestimmt ist, so lange er nur mit der *medulla oblongata* in Verbindung bleibt, Athembewegungen macht, auch wenn er von den übrigen Respirationsorganen getrennt ist; 4) warum die Zahl der Athemzüge und Herzschläge in einem gewissen Parallelismus steht. Die Zahl der Herzschläge ist gleichsam der numerische Ausdruck für die Energie der Nutrition, geht diese rascher vor sich, so ist auch die Athemnoth grösser.

Chemismus der Respiration. Der Zweck, welchen die Respiration zu erfüllen hat, kann nur beim Athmen in reiner atmosphärischer Luft erreicht werden. Hierbei geschieht es, dass die Luft, die wir ausathmen, in ihren Mischungsverhältnissen nicht mehr dieselbe ist, die wir einathmen; dass diese Verschiedenheit zunimmt, wenn dieselbe Luft zu mehrern Malen von neuem ein- und ausgeathmet wird, so dass sie endlich wegen dieser Veränderungen zum Athmen ganz untauglich werden kann, und dass das venöse Blut in arterielles verwandelt wird. Man fand, dass die ausgeathmete Luft, deren Volumen nach Einigen dasselbe, nach Andern etwas geringer als das der eingeathmeten sein soll, mehr Kohlensäure und dunstförmiges Wasser enthält, dass der Gehalt an Sauerstoffgas darin geringer ist, als in der eingeathmeten Luft, und dass in der ausgeathmeten Luft weniger Kohlensäure enthalten ist, als durch das Einathmen Sauerstoff in die Lungen eingeführt wurde. Es sollen durch das Einathmen ungefähr 2 bis 4 Unzen Sauerstoff mehr in den Körper eintreten, als Kohlensäure ausgeleert wird. Zugleich wird aber durch das Athmen dem Körper auch Wärme entzogen, da die ausgeathmete Luft immer 28—30° R. warm ist, während die Temperatur der Luft in unsern Gegenden sich meist zwischen —10 und +22° R. bewegt. Es fragt sich nun, wo der Sauerstoff der eingeathmeten Luft hinkommt und wo und wie die Kohlensäure der ausgeathmeten Luft erzeugt wird. Es sind über diese Frage bis jetzt zwei Athmungstheorien aufgetaucht.

a) Die Verbrennungstheorie, nach welcher der eingeathmete Sauerstoff entweder in den Lungenzellen oder in den Lungengefässen mit dem Kohlen- und Wasserstoffe des Venenblutes Kohlensäure und Wasser bildet. Hiernach ginge die Verbrennung blos in den Lungen vor sich und der eingeathmete Sauerstoff würde unmittelbar mit der Exspiration wieder entfernt. Es müssten bei dieser Theorie die Lungen eine höhere Temperatur als der übrige Körper haben, was nicht der Fall ist, und die Umwandlung des dunkeln venösen in helles arterielles Blut würde nicht zu erklären sein. *b)* Die Austauschungstheorie: der eingeathmete Sauerstoff wird nicht in den Lungen zur Bildung der Kohlensäure verwendet, sondern er dringt entweder durch die Wände der Lungenzellen und Capillargefässe zum venösen Blute und verdrängt aus diesem die in den Haargefässen des Körpers gebildete Kohlensäure (das venöse Blut wird dadurch zum arteriellen, welches also mehr Sauerstoff, als das venöse enthalten muss); oder die eingeathmete Luft treibt die in den Lungenzellen enthaltene kohlensäurehaltige Luft aus und der Sauerstoff tritt in das Blut ein. Nach dem Ausathmen sind übrigens die Lungen keineswegs leer, sondern enthalten noch eine grosse Quantität Luft, welche ungefähr auf 103 bis 110 rh. C. Z. angeschlagen wird. Der Eintritt des Sauerstoffs in das Blut findet daher nicht blos während der Athembewegung, sondern unaufhörlich statt und beruht wahrscheinlich auf der Attraction, welche das venöse Blut (vorzüglich die Blutkörperchen, namentlich deren Farbstoff) zum Sauerstoffe hat. Die Bewegungen der Wimpern des Flimmerepitheliums haben vielleicht den Zweck, die Kohlensäure aus den feinern in die grösseren Luftwege zu befördern und so die Diffusion der eingeathmeten sauerstoffreicheren Luft mit der kohlensäurereichen der Lunge zu unterstützen.

Die atmosphärische Luft (s. S. 251) ist ein Gasgemenge, das besonders aus Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff besteht, wozu sich verhältnissmässig kleine Quantitäten von Kohlensäure, sowie an manchen Orten eine variable Menge anderer Gasarten, jedoch in höchst geringen, in der Regel quantitativ nicht mehr bestimmbaren Verhältnissen gesellen. In 100 C. Z. atmosphärischer Luft sind 20,815 Sauerstoffgas und 79,185 Stickstoffgas enthalten; von Kohlensäure findet sich etwa 0,04 ($^6/_{1000}$ dem Gewichte nach; *Leblanc*). Mit jedem Athemzuge, der ohne Anstrengung erfolgt, nimmt nun ein Erwachsener ungefähr 16—24 rh. C. Z. (oder 286,4—429,6 Cubikcentimeter) atmosphärische Luft in seine Lungen auf (was bei angestrengtem, tiefem Athmen sich um das Acht- bis Zehnfache vermehren kann), und es gelangen sonach mit 20 C. Z. Luft ungefähr 4 C. Z. Sauerstoff, 16 C. Z. Stickstoff und $^1/_{125}$ C. Z. Kohlensäure in die Lungen. Es enthalten aber 100 Theile ausgeathmeter Luft nur 16,03 Sauerstoff, dagegen 4,3 Kohlensäure. Mit jedem Athemzuge gehen etwa 0,96 C. Z. Sauerstoff in das Blut und kommen 0,86 C. Z. Kohlensäure heraus. Dagegen erleidet das Stickstoffgas wahrscheinlich keine wesentliche Ab- oder Zunahme. Wenn 18 Mal in der Minute geathmet wird, so verbraucht somit ein Erwachsener von der umgebenden Atmosphäre in 24 Stunden gegen 25000 rh. C. Z. Sauerstoff (etwa 18 Unzen); er gibt dagegen in derselben Zeit über 22000 C. Z. Kohlensäure (über 23 Unzen, mit 6,27 Kohlenstoff) von sich. Die Menge der entleerten Kohlensäure kann sich übrigens bei gesunden Menschen auf 29 und selbst 36 Unzen und mehr belaufen.

Der Ansicht, dass der Sauerstoffgehalt der Luft constant derselbe sei, ist neuerlich widersprochen worden, da man fand, dass die Luft in schlecht ventilirten und mit Menschen stark angefüllten Räumen Sauerstoff verloren und dafür zum Theil Kohlensäure, in verhältnissmässig bedeutender Quantität aufgenommen hatte. An nicht wenigen Orten der Erdoberfläche finden Kohlensäureentwickelungen (sogen. Mofetten) statt, namentlich in der Nähe von noch bestehenden oder von erloschenen Vulcanen. Ferner kommt noch allgemein in der Atmosphäre Ammoniak vor, welches wohl ein Erzeugniss der organischen Welt ist (denn selbst der Mensch scheidet durch Lungen und Haut Ammoniak aus). In der Nähe von Salinen entwickelt sich Chlorwasserstoffsäure. Der Wassergehalt der Atmosphäre (s. S. 252) ist nicht nur nach den Localitäten verschieden, sondern wechselt auch nach den Jahres- und Tageszeiten. Was die Dichtigkeit der Atmosphäre betrifft (s. S. 251), so nimmt diese mit der Erhebung über die Erdoberfläche ab; bei Kälte nimmt sie zu, so dass also in kalter Luft bei gleich tiefen Athemzügen absolut mehr Sauerstoff eingeathmet wird als in warmer. — Durch Versuche über das Athmen in künstlichen Gasarten erkannte man, dass blos eine Mischung von Sauerstoff und Stickgas, und zwar nur in dem Verhältnisse, welches sich in der atmosphärischen Luft findet, zur Unterhaltung des Lebens dienen kann. Reines Sauerstoffgas und Stickstoffoxydulgas können jedoch, freilich nur auf kurze Zeit, ohne schädliche Folgen eingeathmet werden, während alle übrigen Gase zur Unterhaltung des Lebens untauglich sind und zwar entweder blos auf negative Weise, weil sie den zur Respiration nothwendigen Sauerstoff nicht enthalten (wie: Stickgas und Wasserstoffgas), oder positiv, indem sie als Gifte wirkend eine zersetzende Wirkung auf die Schleimhaut der Respirationsorgane und das Blut ausüben und, sobald sie eingeathmet werden, sogleich eine krampfhafte Verschliessung der Stimmritze veranlassen (wie: Kohlensäure, Chlor-, Stickstoffoxyd-, Fluorboron-, Fluorsilicium- und Ammoniakgas; Kohlenwasserstoff-, Phosphorwasserstoff-, Schwefelwasserstoff-, Arsenikwasserstoff-, Kohlenoxydul- und Cyangas). Die Kohlensäure kann in ziemlich grossen Quantitäten dem Sauerstoffe beigemischt auf einige Augenblicke ohne tödtliche Folgen eingeathmet werden; eine der gefährlichsten Gasarten ist das Kohlenoxydgas, was sich besonders leicht beim Verbrennen von Kohlen bildet; auch das Schwefelwasserstoffgas, in geschlossenen Kloaken sich leicht bildend, gehört zu den giftigen Gasarten.

Physikalische und chemische Veränderungen der eingeathmeten Luft in den Lungen. Die Luft erleidet durch das Athmen eine Abnahme des Volums. Die einmal geathmete Luft nimmt ab: nach *Pfaff* um $^1/_{36}$, nach *Goodwyn* um $^1/_{60}$ — $^1/_{50}$, nach *Davy* um $^1/_{100}$ — $^1/_{12}$, nach *Cuvier* um $^1/_{50}$, nach *Bostock* um $^1/_{80}$, nach *Despretz* um $^1/_{49}$, nach *Berthollet* um $^1/_{41}$ im Mittel. Die Volumabnahme wird um so bedeutender, je öfter dieselbe Luft geathmet wird. Früher sah man als Ursache der Volumverminderung die Stickstoffabsorption an, allein neuerlich wurde nachgewiesen, dass dieselbe einerseits von dem Verhältnisse der exspirirten Kohlensäure zu dem verbrauchten Sauerstoffe abhängt, ein Verhältniss, welches nicht immer dasselbe ist, und dass andererseits die Stärke der Stickgasausscheidung maassgebend ist. Je stärker nämlich der Sauerstoffverbrauch im Verhältniss zur Kohlensäurebildung, und je geringer die Stickgasexhalation aus dem Blute ist, desto bedeutender ist die Volumabnahme der Luft beim Athmen. Diese Volumverhältnisse betreffen die trockene Ausathmungsluft. Indem die eingeathmete Luft Wassergas aufnimmt, wird ihre Spannkraft und somit auch ihr Volum vermehrt. Eine weitere Ausdehnung erfährt die inspirirte Luft in den Lungen durch ihre Temperaturerhöhung, indem sie die Körperwärme annimmt. — In chemischer Hinsicht unterscheidet sich die ausgeathmete Luft von der eingeathmeten durch ihren Reichthum an kohlensaurem und Wassergas, und ihren geringen Gehalt an Sauerstoff. Die Verhältnisse des Stickgases variiren in so geringem Grade, dass sie nicht genau ergründet werden können. Ausserdem enthält die ausgeathmete Luft sehr kleine Quantitäten flüchtiger organischer Materien und, wie es scheint, Ammoniak. Die Kohlensäure in 100 Volumtheilen ausgeathmeter Luft beträgt nach *Brunner* und *Valentin* im Mittel 4,380, als Maximum 5,495, als Minimum 3,299; nach *Vierordt* im Mittel 4,334, als Maximum 6,220, als Minimum 3,358. Es sind in der ausgeathmeten Luft im Mittel etwa 4,782 Volumprocente Sauerstoff verschwunden. Das Wassergas in der ausgeathmeten Luft ist ebenfalls bedeutend, ob sie jedoch, wie man annimmt, damit beim ruhigen Athem gesättigt ist, dürfte noch nicht erwiesen sein. Endlich enthält die Ausathmungsluft, wenn dem Blute direct oder vom Darmkanale aus verdampfbare Stoffe beigemischt werden, gewisse Quantitäten von letzteren, z. B. Kampher, Moschus, *asa foetida*, Alkohol, Phosphor u. s. w.; auch nach Harn riecht bisweilen der Athem bei der sogen. Harnvergiftung des Blutes

(Urämie) in Folge von Harnverhaltung. Uebrigens variiren die absoluten Quantitäten der Gase in der ausgeathmeten Luft in Folge einer Menge bekannter und unbekannter Einflüsse sehr bedeutend. *Vierordt* zieht aus seinen für die Physiologie des Athmens äusserst wichtigen Untersuchungen folgende Resultate.

1) Die respiratorischen Functionen zeigen im Zustande vollkommener körperlicher Ruhe folgende Mittelwerthe: in einer Minute Pulsfrequenz = 75,52, Exspirationsfrequenz = 11,9, Volum der ausgeathmeten Luft (in C. C.) = 60,34, Volum der ausgeathmeten Kohlensäure = 261,52, Volum einer Exspiration = 5,07, Kohlensäure in 100 Raumtheilen Luft = 4,334, ausgeathmetes Wasser in einer Minute = 0,25 Gramm. — 2) Die Mittel aus den 5 niedrigsten und den 5 höchsten Werthen der einzelnen respiratorischen Functionen sind folgende: in einer Minute Pulsfrequenz Min. 54, Max. 101; Athemzüge Min. 9, Max. 15; Volum der ausgeathmeten Luft (in C. C.) Min. 4206, Max. 9331; Volum der ausgeathmeten Kohlensäure Min. 177, Max. 452; Volum einer Exspiration Min. 367, Max. 699, Kohlensäure in 100 Raumtheilen ansgeathmeter Luft Min. 3,358, Max. 6,220. — 3) Setzt man den Mittelwerth jeder respiratorischen Function = 100, so sind die zwischen 9 Uhr Vormittags und 8 Uhr Abends beobachteten Differenzen zwischen dem Maximum und Minimum der Functionen folgende: bei dem Volum einer Exspiration 8 %, bei der Zahl der Athemzüge 14 %, bei der Zahl der Pulsschläge 20 %, bei der in 1 Minute ausgeathmeten Luft 22 % und der Kohlensäure 23 %. — 4) Diese bedeutenden Verschiedenheiten der Energie der respiratorischen Functionen in den genannten Tageszeiten sind fast ausschliesslich eine Folge innerer Zustände des Körpers, nicht aber äusserer Einflüsse. Die individuelle Lebensweise, namentlich die bei den verschiedenen Menschen und Nationen verschiedene Vertheilung der täglichen Arbeit und Ruhe, der Essenszeit u. s. f., hat natürlich grossen Einfluss auf die Energie der Respiration. — 5) Die Mittagsmahlzeit erhöht die Pulsfrequenz in 1 Minute um 16,3 Pulsschläge, die Athemzüge um 1,72 Exspirationen, die ausgeathmete Luft um 683 und Kohlensäure um 49,18 C. C. Die Abendmahlzeit äussert ähnliche Wirkungen, höchstens etwas schwächer. — 6) Spirituöse Getränke vermindern, selbst in mässiger Quantität genossen, bei leerem Magen sehr schnell die Kohsenläure um ½ %, ohne dass zugleich die Zahl und Grösse der Exspirationen zunimmt. Es nimmt somit bei mittlerem Kohlensäuregehalte der ausgeathmeten Luft nach dem Genusse geistiger Getränke die Ausscheidung der Kohlensäure um etwa ⅛ ab. — 7) Bei mässiger körperlicher Bewegung wird etwa ⅓ mehr Kohlensäure exhalirt, als im Zustande der Ruhe. — 8) Die Körperbewegung zeigt ferner als Nachwirkung eine Vermehrung der in 1 Minute ausgeathmeten Luft von etwa 300 C. C., der Kohlensäure von etwa 19,6 C. C. und der relativen Kohlensäure von 0,14 %. — 9) Mit zunehmender Wärme der Luft nimmt das Athembedürfniss, die Grösse und Zahl der Athembewegungen, sowie der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft (ebenso wie das Nahrungsbedürfniss) bedeutend ab. Eine Veränderung der Temperatur von nur 1° C. bewirkt im Mittel schon folgende Veränderungen der einzelnen respiratorischen Functionen: Athemzüge in 1 Minute um 0,054, ausgeathmete Luft um 60,18 (C. C.), ausgeathmete Kohlensäure um 3,809, Volum einer Exspiration 2,495, relative Kohlensäure um 0,0183 %. Es resultirt daraus, dass starke Temperaturschwankungen einen sehr bemerklichen Einfluss auf die Respiration ausüben. Der Puls verhält sich der Lufttemperatur gegenüber fast ganz unabhängig; die Pulsfrequenz bleibt sich fast ganz gleich. — 10) Der Luftdruck ist von nicht minder erkennbarem, jedoch deshalb weniger wirksamem Einfluss, weil seine Variationen verhältnissmässig geringer sind. Ein Steigen des Barometers um 5/10 par. Lin. vermehrt die Pulsfrequenz in 1 Minute um 1,3, die Exspirationen um 0,74, das Volum einer Exspiration um 0,6 C. C., die in 1 Minute überhaupt ausgeathmete Luft um 586 C. C.; die relative Kohlensäure vermindert sich um 0,309 %, die absolute um 1,35 C. C. — 11) Einem vermehrten Athmungsbedürfnisse, d. h. einer stärkeren Ausscheidung der Kohlensäure wird im Allgemeinen zwar durch Vermehrung der Energie sämmtlicher respiratorischen Functionen entsprochen; doch zeigen diese letzteren bedeutende Differenzen hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von den verschiedenen, auf die Respiration wirkenden Einflüssen, was z. B. schon aus der Vergleichung der über die Wirkungen des Luftdruckes und der Temperatur mitgetheilten Thatsachen hervorgeht. — 12) Jede Exspiration, sei sie noch so kurz oder möglichst langsam, zeigt ausser einer gewissen constanten Kohlensäurequantität eine weitere Menge von Kohlensäure, welche der Dauer des Athemzuges proportional ist. Es ist nämlich die bei einer beliebigen Dauer einer Exspiration ausgeathmete Kohlensäure gleich derjenigen Kohlensäuremenge, welche bei der kürzesten Exspiration gebildet wird, plus einer weiteren Quantität, welche gleich ist der Differenz der Zeitdauer der gesuchten Exspiration von der kürzesten Exspiration, dividirt durch die zehnmalige Dauer der kürzesten Exspiration. — 13) Ist z. B. der Kohlensäuregehalt der durch normale Exspirationen ausgeathmeten Luft = 4,1 %, so sind in der durch möglichst schnelle Ausathmungen exhalirten Luft 2,7 % Kohlensäure enthalten. Dagegen verhält sich die durch vollkommen ruhiges Athmen ausgeschiedene absolute Kohlensäurequantität zu der durch möglichst frequente Exspirationen gebildeten ungefähr wie 1 : 8. — 14) Die Grösse (Tiefe) der Athembewegungen ist von sehr bedeutendem Einfluss auf die Ausscheidung der Kohlensäure, indem mit zunehmender Tiefe derselben die in der ausgeathmeten Luft enthaltene Kohlensäure abnimmt, was jedoch bei Berechnung der absoluten Quantitäten der ausgeschiedenen Kohlensäure durch die vergrösserten Volumsverhältnisse der Exspirationen wieder compensirt wird. — 15) Der Kohlensäuregehalt der nach möglichst tiefen Athembewegungen, d. h. Ein- und Ausathmungen, ausgeathmeten Luft ist 1,97 % geringer, als in der durch Athemzüge von normaler Grösse ausgestossenen Luft. — 16) Gleiche Luftvolumina, mögen dieselben durch frequente aber weniger tiefe, oder durch tiefe aber langsame Exspirationen ausgeschieden werden, enthalten gleiche Kohlensäurequantitäten. — 17) Der Kohlensäuregehalt der in den Lungen enthaltenen Luft nimmt in den feineren Verzweigungen der Bronchien bedeutend zu, so dass die tiefsten

Schichten der Athemorgane etwa 1,2 % mehr Kohlensäure enthalten, als die durch normale Exspirationen ausgeathmete, d. h. in den oberen Partieen der Luftwege befindliche Luft. — 18) Bei Aufhören der Athembewegungen und zugleich erfolgender vollständiger Hemmung der Luftzufuhr nimmt der Kohlensäuregehalt der Luft in den Lungen beständig zu. Diese Zunahme ist zu Anfang des Versuches viel bedeutender, als gegen das Ende desselben. — 19) Ist die Lunge von normaler Füllung, so enthält sie nach einer Minute (als der längsten Zeit, während welcher die Respiration unterbrochen werden kann,) 2,42 % mehr Kohlensäure als in der Norm. Wird aber vorher eine möglichst tiefe Inspiration gemacht, so zeigt die ausgeathmete Luft nach 100 Secunden (als dem Maximum der Möglichkeit der Athemhemmung) eine Zunahme von 3,08 % Kohlensäure. — 20) Bei gehemmter Luftzufuhr in die Lungen gleicht sich der Kohlensäuregehalt der in den verschiedenen Partieen der Athemorgane enthaltene Luft schnell in der Art aus, dass die Analyse kaum mehr eine Differenz nachweisen kann. — 21) Durch so lange als möglich fortgesetztes Athmen von einem und demselben Luftvolum nimmt, wenn das letztere ungefähr 7000 K. C. beträgt, die Kohlensäure um 1,5 % zu. — 22) Die von 12 bis 21 mitgetheilten, aus vielen Experimenten erhaltenen Resultate geben ein fast vollständiges Material zur exacten Begründung der Gesetze, nach welchen der, das Grundphänomen des Athmens darstellende Gaswechsel erfolgt. — 23) Die Aufnahme und Ausscheidung der Gase aus dem Blute sind das Resultat combinirter physikalischer und chemischer Kräfte. — 24) Bei dem Gasaustausche zwischen Lungen und Blut bestimmen die einzelnen Gase einander gegenseitig durchaus nicht. So ist z. B. die Ausscheidung der Kohlensäure zunächst nur wieder von den Verhältnissen der Kohlensäure selbst abhängig. — 25) Die Quantität der beim Athmen aus dem Blute in die Lungen ausgeschiedenen Kohlensäure nimmt mit zunehmendem Kohlensäuregehalte der in den Lungen befindlichen Luft in einem mathematisch genau zu bestimmenden Verhältnisse ab. — 26) Die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute ist ferner eine Function des Kohlensäuregehaltes des Blutes; sie steigt und fällt in geradem Verhältnisse zu der im Blute befindlichen Kohlensäurequantität. — 27) Die Ausführung der Kohlensäure aus den Lungen wird vermittelt: *a)* durch den stärkeren Kohlensäuregehalt der in den tieferen Schichten der Lungen enthaltenen Luft, wodurch in derselben das Bestreben entsteht, sich hinsichtlich ihrer Mischung mit der in den obern Partieen der Lungen befindlichen, viel weniger Kohlensäure enthaltenden Luft ins Gleichgewicht zu setzen und *b)* durch die Exspirationsbewegungen. — 28) Auch ohne die Athembewegungen wird vermöge des Principes der Diffusion der Gase etwas Kohlensäure aus den Lungen ausgeschieden. Die auf diese Art austretende Kohlensäurequantität ist etwa $\frac{1}{28}$ von der durch vollkommen ruhige Athembewegungen ausgeschiedenen. — 29) Wie zwischen den in dem Blute der Lungencapillaren enthaltenen Gasen und der in den Lungenzellen befindlichen Luft, so findet auch zwischen den Gasen der Körpercapillaren einerseits und denjenigen des Parenchymes der Organe andererseits ein gegenseitiger Ortswechsel statt. — 30) Die Erscheinungen des Gaswechsels bei der Respiration führen nothwendig zu der Annahme, dass nur ein Theil des eingeathmeten Sauerstoffs mit den oxydabeln Bestandtheilen des Blutes sich verbinden kann, während eine andere Quantität Sauerstoff (wie die übrigen Gase des Blutes) einfach in dem letzteren gelöst ist, um sich im Parenchym der Organe mit denselben chemisch zu verbinden. — 31) Die Kohlensäure wird sowohl im Blute, als auch, und zwar vorzugsweise, in den Organen gebildet. — 32) Von der Bildung der Kohlensäure bis zu ihrer endlichen Ausscheidung können wir eine ununterbrochene Kette von Ursache und Wirkung genau verfolgen. Eine Störung an irgend einem Punkte derselben ist sogleich auf alle übrigen von grösster Rückwirkung. — 33) Die Erscheinungen der Respiration lassen sich ganz allgemein auf die Gleichgewichtsverhältnisse zurückführen, in welchen die in der Substanz der Organe, im Blute, in den Lungen und in der umgebenden Atmosphäre enthaltenen Gase zu einander stehen.

Was die durch die Respiration ausgeschiedene Wasserquantität betrifft, so muss diese, da die ausgeathmete Luft mit Wasserstoffgas ganz gesättigt ist und die Volumquantität der Luft, welche exspirirt wird, eine sehr bedeutende ist, ebenfalls eine sehr bedeutende sein. Sie hängt (nach *Vierordt*) ab: 1) von der Volumquantität der ausgeathmeten Luft; je mehr Luft, desto mehr wird auch Wasser exspirirt; 2) von dem Wassergehalte der eingeathmeten Luft; je grösser die in derselben enthaltenen Wasserquantitäten sind, desto weniger Wasser wird von Seiten des Organismus erfordert, um die respirirte Luft zu sättigen; 3) von der Temperatur der ausgeathmeten Luft; in einer wärmeren Exspirationsluft muss mehr Wassergas enthalten sein, als in einer weniger warmen, da mit zunehmender Temperatur die Capacität der Luft für Wassergas bedeutend steigt (jedoch sind die Temperaturschwankungen verhältnissmässig von geringer Wirkung auf die Wasserexhalation); 4) von der Zeit vielleicht, während welcher die inspirirte Luft in den Lungen verweilt. Höchst wahrscheinlich ist bei frequenter Respiration die ausgeathmete Luft nicht vollständig mit Wassergas gesättigt (wie dies auch mit der Kohlensäure der Fall ist). Jedenfalls bedingt aber ein schnelleres Athmen eine Abnahme der Temperatur der ausgeathmeten Luft, so dass also längeres Verweilen der eingeathmeten Luft in den Lungen wenigstens indirect eine Vermehrung des Wassergehaltes der ausgeathmeten Luft bewirkt. Es versteht sich übrigens von selbst, dass durch sehr schnelle Exspirationen, wenn die durch dieselben ausgeschiedene Luft auch nicht vollständig mit Wassergas gesättigt ist, absolut mehr Wasser ausgeschieden wird, als durch langsame Ausathmungen, wenn auch die durch die letzteren exhalirte Luft vollständig mit Wassergas gesättigt ist. — Die Menge von Wasser, welche die ausgeathmete Luft mit sich führt, beträgt nach *Valentin* im Mittel bei einem Erwachsenen für den Tag 1 Pfund (beinahe $\frac{1}{2}$ pr. Quart). Ist die Atmosphäre mit Wasserdampf gesättigt (am meisten im Winter), so athmet der Körper etwa $\frac{3}{5}$—$\frac{4}{5}$ Pfund Wasser täglich aus.

Die Menge der eingeathmeten Luft und der ausgeathmeten Gase ist sonach unter verschiedenen Verhältnissen sehr verschieden. So lange das Wachsthum dauert, nimmt der Körper immer mehr und beim Abnehmen des

Körpergewichts immer weniger Luft auf, so dass also der Verbrauch mit der Körpermasse zu- und abnimmt. Nach *Andral* und *Gavarret* bereitet ein 8jähriger Knabe in 24 Stunden 15 Unzen Kohlensäure, ein 16jähriger Jüngling 32 ℥, ein Mann zwischen 20 und 40 Jahren 36 ℥, zwischen 40 und 60 Jahren 30 ℥, zwischen 60 und 80 Jahren 27 ℥. Vertheilt man die Luftmenge auf das Körpergewicht, so findet man, dass jedes Pfund Körpergewicht eines 8jährigen Knaben in 24 Stunden etwas über 163 Gran (= 326 rh. C. Z.) Kohlensäure liefert und ein Mann in den mittlern Lebensjahren nur 136 Gran (272 C. Z.), so dass also der relative Verbrauch von Kohlenstoff mit den Jahren abnimmt. Das weibliche Geschlecht scheidet weniger Kohlensäure aus (fast um $\frac{1}{3}$), als das männliche; in den Jahren vor der Pubertät ist der Unterschied jedoch zwischen beiden Geschlechtern gering. Mangel an Nahrung vermindert die Zahl der Athemzüge und die Quantität des aufzunehmenden Sauerstoffs, sowie der abgeschiedenen Kohlensäure; dagegen nimmt, mit der Menge des Genossenen, die Menge der Kohlensäure zu. Nach dem Genusse von Spirituosen wird eine geringere Menge von Kohlensäure ausgeschieden. Während des Wachens, besonders bei Körperbewegung, wird mehr Sauerstoff verbraucht und mehr Kohlensäure abgeschieden, als während des Schlafes und der Ruhe. Der Unterschied beträgt ungefähr für die Stunde 48 Gran Kohlensäure. Auch beim Athmen von Wasserstoff und Stickstoff wird Kohlensäure aus den Lungen entleert, woraus hervorgeht, dass diese nicht erst in den Lungen durch Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff sich bildet.

Veränderungen des Blutes durch das Athmen. Durch den Zutritt der atmosphärischen Luft wird in den Lungen das dunkelrothe (venöse) Blut hellroth (arteriell; s. S. 467). Es tritt ein Theil der in dem venösen Blute enthaltenen Kohlensäure (und etwas Stickgas) durch den Act der Respiration aus, und dafür Sauerstoffgas ein. Niemals wird aber hierbei der ganze Kohlensäuregehalt des Venenblutes entfernt, und es würde deshalb bei sehr kohlensäurereichem venösen Blute immer noch eine bedeutende Quantität Kohlensäure in das arterielle Blut übergehen. Ausser der Farbenveränderung soll das Blut auch noch eine Aenderung seiner Temperatur erleiden, nämlich um 1—2° F. wärmer werden. Sodann sollen sich in ihm die Chylusstreifen verlieren, die im Venenblute von der Einmündungsstelle des *ductus thoracicus* an bis in die Lungen zu bemerken waren. Nach *Magendie* nimmt das Blut auch an Viscosität zu und wird stärker an Geruch. — Was die Differenzen betrifft, welche man zwischen dem Wassergehalte des Blutes der *art.* und *ven. pulmonalis* aufgefunden haben will, so sind sie nach *Vierordt* illusorisch, wenn man sie auf Rechnung des Wasserverlustes des Blutes bei der Respiration setzen will, denn die im Verhältniss zum ausgeathmeten Wasser durch die Lungencapillaren fliessende Blutmasse ist zu gross, als dass die chemische Analyse noch Differenzen nachzuweisen im Stande wäre. Ob in Folge der Respiration im arteriellen Blute der Faserstoff sich vermehrt (Proteinoxyde entstehen), das Hämatin einen Ueberschuss von Sauerstoff erhält, das Globulin und Eiweiss Veränderungen erleiden, ist noch nicht aufgeklärt.

Theorie der Respiration. Die Theorie der Respiration hat die Aufgabe, die Aufnahme des atmosphärischen Sauerstoffgases in den Organismus, sowie die Bildung und Ausscheidung der gasförmigen Excretionsproducte nebst der dabei vor sich gehenden Wärmeentwickelung zu erklären, d. h. auf bekannte Naturgesetze zurückzuführen. (*Vierordt.*) Noch ist es aber bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens nicht möglich, die einzelnen Acte dieses Processes genau zu verfolgen. Nur durch Beachtung einzelner Momente ist man zur Kenntniss der Wichtigkeit der mannichfaltigen Verrichtungen, welche die Respiration in der thierischen Oeconomie zu erfüllen hat, gelangt.

Zuerst erblicken wir in der Respiration einen bedeutenden Excretionsprocess, durch welchen ein grosser Theil der gasförmigen Ausscheidungen, nämlich des kohlensauren, des Wasser- und des Stickgases, vermittelt wird. Sodann ist die Respiration aber auch, wegen der grossen Sauerstoffquantitäten, welche von den Lungen aus in das Blut gelangen, als ein zum Leben durchaus erforderlicher Aufnahmeprocess wohl zu beachten. Vielleicht dient ein Theil des in das Blut eingetretenen Sauerstoffs (vielleicht der Theil, welcher sich mit dem Blutplasma verbindet?) der progressiven Stoffmetamorphose, d. h. der allmäligen Umbildung des Albumins (in Fibrin, Casein, Globulin, Leimstoffe u. s. w.) zu gewissen Organentheilen; während ein anderer Theil des Sauerstoffs (vielleicht der von den Blutkörperchen aufgenommene?) die regressive Stoffmetamorphose, d. h. die Bildung von Excretionsproducten (wie Kohlensäure, Wasser, Harnstoff, Creatin, Extractivstoffe u. s. w.) aus den alten gebrauchten Gewebs- und Blutbestandtheilen befördert (wahrscheinlich auch die Rückbildung der Fette). Bei diesen von dem Sauerstoffe abhängigen Stoffumwandlungen (s. S. 512) entwickelt sich Wärme, d. i. die thierische oder Eigenwärme des Körpers (s. S. 229).

Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute in die Lungenzellen. Die Menge der in die Lungen austretenden Kohlensäure ist abhängig: von der innerhalb einer bestimmten Zeit durch die Lungencapillaren strömenden Quantität dieses Gases. Diese wird aber bedingt: durch den Kohlensäuregehalt des Blutes und durch die in derselben Zeit durch die Lungen fliessenden Blutmenge, welche letztere wieder von der Frequenz der Herzschläge, von der durch eine Systole des Herzens ausgetriebenen Blutmenge und von der gesammten Blutquantität des Körpers abhängig ist. — Als oberstes Gesetz, nach welchem die Kohlensäure aus dem Blute in die Lungenzellen ausgeschieden wird, fand *Vierordt*, dass die Quantität dieses aus dem Blute austretenden Gases zu dem Kohlensäuregehalte der Lungen im umgekehrten Verhältnisse steht (d. h. mit zunehmendem Kohlensäuregehalte der Luft in den Lungen abnimmt und umgekehrt). Es wird sonach von der Luft die Kohlensäure aus dem Blute absorbirt und zwar um so mehr, je ärmer jene und je reicher dieses an Kohlensäure ist. Demnach ist es nicht der Sauerstoffgehalt der in den Lungen befindlichen Luft, welcher die Kohlensäure in dem Blute bestimmt, aus demselben auszutreten, sondern es ist nur der Druck der Kohlensäureatmosphäre in den Lungen. Es entweicht die Kohlensäure aus dem Blute in die Lungenzellen, so lange die in den letzteren enthaltene Kohlensäure dem Drucke, unter dem die Kohlensäure im Blute steht, nicht das Gleichgewicht hält. (Wäre einmal der Druck der Kohlensäureatmosphäre in den Lungen stärker, als der im Blute, dann würde Kohlensäure in das Blut übergehen, wie beim Einathmen einer kohlensäurereichen Luft.) Früher sagte man, der Sauerstoff verdränge bei der Respiration die Kohlensäure aus dem Blute und zwar nach dem *Graham*'schen Diffusionsgesetze (s. S. 37). Allein dies ist nach *Vierordt* unrichtig, da sich dieses Gesetz auf die Gasabsorptionserscheinungen der Flüssigkeiten nicht anwenden lässt. Ein Gas ist für das andere, falls keine chemischen Affinitäten mit ins Spiel kommen, in der That als nicht existirend zu betrachten, und es ist in Bezug auf das Austreten des Gases *a* aus einer Flüssigkeit völlig gleichgültig, ob die letztere mit den Gasen *b*, *c* u. s. w. oder mit einem luftleeren Raume in Contact steht. Es sind dabei einzig und allein die Verhältnisse des Gases *a* selbst massgebend, d. h. der Druck, den die Atmosphäre dieses Gases auf das in der Flüssigkeit absorbirte Gas von derselben Art ausübt.

Graham hat gezeigt, dass zwei Gase, die keine chemische Wirkung auf einander ausüben und durch eine poröse Scheidewand getrennt sind, durch die Poren dieser Wand sich gegenseitig in der Art austauschen, dass Volume von jedem durch die Wand treten, welche sich umgekehrt verhalten wie die Quadratwurzel aus dem specifischen Gewichte der beiden Gase, wenn anders der Druck der Gase auf beiden Seiten der Scheidewand beständig gleich gross ist. Dieses *Graham*'sche Gesetz ist aber (nach *Vierordt*) bei der Respiration nicht anwendbar, da hier die Bedingungen des Gaswechsels ganz andere sind; denn auf der einen Seite des Septum sind Gase, auf der andern ist eine Flüssigkeit, in welcher Gase gelöst sind; es ist ferner der Druck, unter dem die Gase im Blute der Lungencapillaren stehen, etwas stärker, als der Druck, dem die Luft in den Lungenzellen ausgesetzt ist; auch ist die Absorptionsfähigkeit des Blutes für die verschiedenen, bei der Respiration in Betracht kommenden Gase sehr verschieden. Auch die geringe Alteration, welche der Stickstoff durch das Athmen erfährt, verträgt sich nicht mit der Annahme der Wirksamkeit des Diffusionsgesetzes; denn statt der unbedeutenden Vermehrung des Stickstoffgehaltes der exspirirten Luft müsste sich, unter der gedachten Voraussetzung, bei der verhältnissmässig geringen Stickstoffmenge im Blute, trotz dem dass letzteres nicht viel Stickgas aufnehmen kann, eine Absorption von Stickstoff durch die Respiration ergeben. Sodann haben *Dulong's*, *Despretz's* und *Marchand's* Versuche gezeigt, dass das Verhältniss zwischen der Sauerstoffabsorption und der Kohlensäureausscheidung kein constantes ist, sondern sehr bedeutende Variationen zeigt.

Der Austausch anderer Gase (z. B. des Stickgases, Wassergases, Sauerstoffgases) zwischen der Luft und dem Blute beruht auf demselben Gesetze, wie die Ausscheidung der Kohlensäure. Wir sehen eine um so stärkere Ausscheidung von Stickgas aus dem Blute, je geringer der Stickgasgehalt der in den Lungen enthaltenen Luft ist. Und bei zunehmendem Oxygengehalte der in den Lungen befindlichen Luft werden auch grössere Quantitäten von Sauerstoff vom Blute absorbirt. Manche wollen auch bemerkt haben, dass, wenn sauerstofffreie Gasarten inspirirt werden, Oxygen aus dem Blute ausgeschieden wird. — Bei dem Gasaustausche zwischen den Lungen und dem Blute bestimmen sonach die einzelnen Gase einander gegenseitig durchaus nicht.

Der Gaswechsel innerhalb der Lunge (d. h. die Weise, wie das kohlensaure und Stickgas aus den Lungenzellen in die grössern Bronchialäste und von da in die Atmosphäre übertritt, während das Oxygengas eine Bewegung in umgekehrter Richtung erfährt) hängt nach *Vierordt* von zwei sich gegenseitig unterstützenden Momenten ab, nämlich den Verschiedenheiten der Gasmischung in den einzelnen Partieen des Athmungsapparates und den Athembewegungen. Das (Diffusions-) Gesetz, welches hierbei in Betracht kommt, ist (nach *Graham*) folgendes: wenn zwei Gase, die keine chemische Verwandtschaft zu einander haben, in gegenseitige Berührung gebracht werden, so zeigen ihre Theilchen das Bestreben, den Ort zu wechseln und sich mit einander zu vermengen. Die in den Lungenzellen und feinern Bronchien enthaltene Luft ist reicher (um 1,2 %) an Kohlensäure als die in den grössern Bronchien enthaltene Gasmischung, die in den tiefern Partieen der Lungen eingeschlossene Luft gibt daher ihren Ueberschuss an Kohlensäure an die obern, kohlensäureärmern Luftpartieen ab. Doch reicht, wie *Vierordt* sagt, das Princip der Diffusion der Gase bei der Unterhaltung des Gaswechsels zwischen der Atmosphäre und den Lungen bei weitem nicht allein aus. Es bieten nämlich die Lungenzellen eine ungeheure Oberfläche dar für den Gasaustausch zwischen dem Blute und der Luft, während die Mund- und Nasenöffnung nur eine beschränkte Communication der in den Respirationsorganen enthaltenen Luft mit der Atmosphäre vermittelt. Deshalb hat die an Kohlensäure sehr reiche Luft der Lungenzellen sehr bald (in $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Minute) den grössten Theil ihres Ueberschusses an Kohlensäure in die grössern Bronchialäste, Trachea u. s. w. abgegeben und würde sich endlich, da das durch die Lungencapillaren strömende Blut unausgesetzt neue Quantitäten von Kohlensäure in die Lungenzellen abgibt, so mit Kohlensäure sättigen, dass die Ausscheidung dieses Gases aus dem Blute ganz aufhören müsste, wenn nicht durch die Exspirationsbewegungen (und Wimperbewegungen des Epitheliums) der Austritt der Kohlensäure durch die obern Luftwege verstärkt würde. (Doch kann auch ohne alle Athembewegung ein Theil der in den Athemorganen enthaltenen Kohlensäure ausgeschieden werden.) — Da der Sauerstoffgehalt der in den tiefern Partieen des Athemapparates enthaltenen Luft viel geringer ist, als in den grössern Bronchialästen, der Luft-

röhre u. s. w., so muss ganz nach demselben Principe, wie bei der Kohlensäure, nur in umgekehrter Richtung, ein Uebergang von Sauerstoff in die Lungenzellen stattfinden, unterstützt von den Inspirationsbewegungen. *Vierordt* glaubt auch mit Bestimmtheit annehmen zu können, dass die Ausscheidung des Wassergases von demselben Principe abhängt, und dass die tieferen Luftschichten in den Lungen mehr Wassergas enthalten als die obern, so dass die letzteren beständig durch den Act der Diffusion Wassergas aufnehmen.

Mittels jeder Einathmung wird eine gewisse Luftquantität, die im ruhigen Zustande $^1/_4$—$^1/_5$ der gesammten, in den Lungen befindlichen Luft beträgt, in die Athmungsorgane aufgenommen. Die so eben inspirirte Luft bleibt jedoch fast grösstentheils in den obern Partieen der Athemorgane; blos eine gewisse Quantität Sauerstoff (4—5%) strömt vermöge des Gesetzes der Diffusion in die tiefern Verzweigungen der Lungen, während die letzteren Kohlensäure und Wasser abgeben. Durch die nächstfolgende Exspiration werden deshalb von den, während der vorhergegangenen Inspiration aufgenommenen 20 Theilen Sauerstoff etwa 15 wieder ausgestossen, wozu sich 4—5 Theile Kohlensäure gesellen. Sämmtliches inspirirtes Stickgas wird durch die nachfolgende Ausathmung ausgetrieben, wozu sich noch, da durch jede Exspiration eine Ausscheidung eines Minimum von Stickgas erfolgt, eine geringe, kaum messbare, von den tiefern Partieen der Athmungsorgane herrührende Stickgasquantität gesellt. Die Vorstellung, dass die gesammte eingeathmete Luft bis in die Lungenzellen dringe, ist falsch. (*Vierordt.*)

Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut. Die Aufnahme des Sauerstoffgases in das Blut ist nach *Vierordt* ebenso, wie die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute, von dem Drucke abhängig, welchem das im Blute gelöste Oxygengas im Verhältniss zu dem in den Lungen befindlichen Sauerstoff ausgesetzt ist. Das Blut hat aber ein viel geringeres Absorptionsvermögen für Sauerstoffgas, als für Kohlensäure, und es musste deshalb die Aufnahme des Oxygens in das Blut durch weitere Mittel unterstützt werden, d. h. es mussten gewisse Bestandtheile des Blutes zum Sauerstoffe chemische Verwandtschaft erhalten, wenn beide Gase in annähernd gleichen Mengenverhältnissen bei dem Gaswechsel sich betheiligen sollten. Welche Bestandtheile des Blutes aber besondere Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, ist noch nicht genau ermittelt; wahrscheinlich die Blutkörperchen. So wäre demnach die Sauerstoffabsorption ein chemisch-physikalischer Process, während die Kohlensäureexhalation blos auf physikalischem Wege zu Stande käme. — Ein grosser Theil des in das Blut aufgenommenen Sauerstoffs bleibt in diesem blos einfach absorbirt, ein anderer Theil scheint sich aber mit den oxydirbaren Bestandtheilen des Blutes zu verbinden (wobei diese natürlich eine gewisse Menge Kohlensäure abgeben). Die weitern mit der Respiration zusammenhängenden Processe beschreibt *Vierordt* so:

Nachdem das Blut durch den Respirationsprocess die erwähnten Veränderungen erlitten hat, geht es in das Arteriensystem über und von da in die Capillaren der Körperorgane. Hier erleidet es wieder gewisse Umwandlungen in Folge des Contactes mit dem Parenchyme der Organe. Das Blut ist von dem letzteren nur durch die ungemein dünne und leicht permeable Capillargefässwand geschieden, und somit ist der Act der Diffusion und Exosmose sehr leicht möglich gemacht. Je nach der chemischen Zusammensetzung der Organe treten dann gewisse Bestandtheile exosmotisch aus dem Blute in das Parenchym über, wofür letzteres unbrauchbar gewordene Stoffe in das Blut abgibt. Nicht nur die festen Substanzen, welche in der exosmotisch ein- und austretenden Flüssigkeit enthalten sind, sondern auch die in derselben gelösten Gase sind in beständigem Ortswechsel zwischen dem Parenchym der Organe und dem Blute begriffen. Mit den Lebensactionen jedes organischen Molecüls ist die ununterbrochene Bildung von Kohlensäure und eine entsprechende Sauerstoffaufnahme verbunden. Die durch diesen Process aus der Substanz der Organe entstandene Kohlensäure tritt nun, da das in den Körpercapillaren strömende Arterienblut einen Theil seiner Kohlensäure verloren hat, in das Blut über. Es ist somit den Organen eine weitere Kohlensäure-Entwickelung möglich gemacht, wodurch eine neue chemische Bindung von Sauerstoff bedingt wird, die auf Kosten des an die Organtheile lose und nicht chemisch gebundenen Sauerstoffes geschieht. Da in Folge des letztern Processes das Sauerstoffgas der Organe abgenommen hat, so gibt das im Blute gelöste Oxygen seinen Ueberschuss an das Parenchym ab. Aehnlich wie die Ausscheidung der Kohlensäure erfolgt auch die Exosmose des in Folge der Lebensverrichtungen der Organe freigewordenen Stickgases aus dem Parenchym der Organe in das Blut. — Nach *Vierordt's* Ansicht ist demnach die hauptsächlichste Bildungsquelle der Kohlensäure und des Stickgases in der Substanz der Organe zu suchen, während eine, verhältnissmässig nur geringe Kohlensäurequantität in den Lungencapillaren in Folge der daselbst stattfindenden Oxydationsprocesse entsteht. Es beschränkt sich also der Gaswechsel zwischen dem Organismus und der atmosphärischen Luft nicht blos auf einen gegenseitigen Austausch zwischen dem Blute und den Lungen, sondern auch die Organe athmen, d. h. sie nehmen Sauerstoff auf und geben Kohlensäure ab. *Vierordt* unterscheidet deshalb die atmosphärische Diffusion, d. i.

der in den Lungen vor sich gehende Gasaustausch, und die parenchymatöse Diffusion, d. i. der dem ersteren adäquate Gaswechsel zwischen dem Blute und den Körpertheilen. Beide Acte müssen in genauester Uebereinstimmung erfolgen; in demselben Zeitraume, in welchem eine gewisse Portion Kohlensäure aus den Organen in das Blut ausgeschieden wird, muss dieselbe Quantität dieses Gases aus dem Blute in die Lungen entweichen, wenn der Gasgehalt des Blutes sich gleich bleiben und der Organismus keine Störung erfahren soll. Die Organe verhalten sich demnach in Bezug auf ihren Gasgehalt und ihre Gasausscheidung zu dem Blute, wie das Blut sich zu dem in den Lungen befindlichen Gasgemische verhält. Das Blut nimmt die Kohlensäure der Organe, die Luft in den Lungen dagegen nimmt die Kohlensäure des Blutes auf. Dasselbe gilt in umgekehrter Richtung von der Aufnahme des Sauerstoffs. Die Diffusion der Gase geht bei der Respiration im weitesten Sinne unter verschiedenen Bedingungen vor sich; bei der parenchymatösen Diffusion sind die Gase in festen Gebilden einerseits, und andererseits in einer Flüssigkeit enthalten, während bei der atmosphärischen Diffusion auf einer Seite der permeablen Scheidewand eine Flüssigkeit und auf der andern eine Gasmischung sich befindet. — Es besteht somit von der Entstehung der Kohlensäure bis zu ihrer endlichen Ausscheidung eine ununterbrochene Kette von Ursache und Wirkung und es scheint die Mannichfaltigkeit der Vorgänge bei der Respiration abhängig von einem einzigen obersten, höchst einfachen Gesetze, nämlich von der Verschiedenheit des Gasgehaltes, oder den Gleichgewichtszuständen der in dem Parenchyme der Organe, dem Blute, den Lungen und der umgebenden Atmosphäre enthaltenen Gase. *(Vierordt.)*

Die Respiration ist die Quelle der animalischen Wärme. Das Athmen, sagt *Vierordt*, ist für die thierische Wärme von doppelter Bedeutung. Durch die Aufnahme und chemische Bindung des Sauerstoffs entsteht Wärme in grosser Menge, dagegen wird auch ein Theil der Körperwärme beim Ausathmen ausgeführt. Die Wärmebildung findet ebensowohl in den Lungen statt, indem ein Theil des inspirirten Sauerstoffs sich mit Bestandtheilen des Blutes vereinigt, als auch in dem gesammten Capillarsysteme des Körpers, da eine gewisse Menge des in dem Blute gelösten, nicht chemisch gebundenen Sauerstoffs in das Parenchym der Organe übergeht, um sich mit ihrer Substanz zu verbinden. Die organischen Molecüle zerfallen in Folge der Sauerstoffaufnahme in verhältnissmässig nur wenige Stoffe, als deren wichtigste die Kohlensäure und das Wasser zu betrachten, deren Bildungsprocesse in der gesammten Körperwelt mit Wärmebildung verbunden sind.

Entwickelung der Athmungsorgane. *a)* Entwickelung des Kehlkopfs. Der Kehlkopf, welcher früher als die Luftröhre entsteht, ist anfangs membranös und zeigt sich als eine rundliche Anschwellung. Erst nach der 8. Woche des Embryolebens fängt er an fester zu werden und zu verknorpeln; Schild- und Ringknorpel bilden sich gleichzeitig, und früher als die Giesskannenknorpel, aus 2 Stücken, die in der Mitte durch Haut vereinigt sind; zuletzt entsteht der Kehldeckel. Nach der Geburt, wo der Kehlkopf noch sehr klein ist, hält sein Wachsthum mit dem der übrigen Theile nicht gleichen Schritt; nach *Malgaigne* wächst er bis zum 3.—6. Jahre und bleibt dann bis zum 12. Jahre auf derselben Stufe der Ausbildung stehen. Von der Zeit der Mannbarkeit an entwickelt er sich aber desto schneller, vorzüglich beim männlichen Geschlechte. Schon zwischen dem 30. und 40. Jahre zeigt der Kehlkopf Neigung zur Verknöcherung, die nach dem 50. Jahre höchst selten vermisst wird; nur der Kehldeckel verknöchert nicht. — *b)* Entwickelung der Luftröhre. Sie entsteht nach *Rathke* eher als der Kehlkopf und stellt anfangs einen häutigen Kanal dar, an dessen oberem Ende sich anstatt des Larynx 2 runde Wülste befinden, welche eine längliche oder linienförmige Spalte zwischen sich lassen. Gegen den 3. Monat entwickeln sich die Knorpelringe, aber nicht durch Bildung zweier symmetrischer an einander stossender Hälften, sondern als einfache, feine, in grossen Distanzen befindliche Querstreifen. Bald darauf sondert sich auch die Faser- u. die Schleimhaut; auf der letztern bemerkte *Valentin* schon bei 2" langen Früchten die Flimmerbewegung. Mit dem weitern Wachsthume vermehrt sich die Zahl der Knorpelbogen und die Luftröhre, welche vorher mehr breit war, wird nach und nach rundlicher. Bis zur Geburt ist die Trachea mit *liquor amnios* erfüllt, nach derselben fliesst er zum Theil aus, zum Theil wird er aufgesogen, um der eindringenden Luft Platz zu machen. — *c)* Entwickelung der Lungen (s. S. 172). Die Lungen entstehen beim Menschen und bei den Säugethieren ohne Zweifel wie bei den Vögeln, als eine Ausstülpung der Speiseröhre. Diese schwillt nämlich hinter dem Herzbeutel an ihrer vordern Wand eine ziemliche Strecke weit an und bildet bald 2 kleine, kegelförmige Höckerchen, die Rudimente der Lungen, deren Höhlen noch in die Speiseröhre münden. Nach und nach sondern sich die Höckerchen immer mehr vom Speisekanale und an der Stelle, wo sie zusammenfliessen, zeigt sich ein einfaches Gebilde, die künftige Luftröhre. Nun trennen sich die Athmungsorgane von der Speiseröhre ganz und zwar zuerst die Lungen, dann die Luftröhre; die letztere verlängert sich immer mehr und die Lungen vergrössern sich durch neue Auswüchse und durch Einschnürungen. Anfangs liegen die sehr kleinen länglichen Lungen dicht an der Wirbelsäule an und erst später treten sie mehr vor; ihre Farbe ist zuerst weiss, wird dann gelblich-weiss und zuletzt heller oder dunkler röthlich; ihre Consistenz ist zuerst, relativ genommen, stärker als späterhin, ihr specifisches Gewicht nach geschehener Athmung leichter als vorher. — Die Ausbildung der Luftröhrenäste bis zu ihren letzten bläschenförmigen Endigungen geht auf ähnliche Weise

vor sich, wie in den Drüsen, nur ist das Blastema (d. i. der Stoff, in welchem sich die Aushöhlungen und Verästelungen bilden) dichter und von bestimmterer Form, als das zarte, gelatinöse Blastema der Speicheldrüsen.

G. Verdauungsprocess, Digestion.

Das Leben des Menschen besteht nur durch fortwährenden Umsatz der den Körper constituirenden Elemente, durch beständige Form- und Mischungsveränderungen der organischen Materie. Bei dieser immerwährenden Stoffmetamorphose macht es der beständige Abgang nicht mehr benutzter oder untauglich gewordener Stoffe nothwendig, dass eine Zufuhr von solchen Materien stattfindet, welche das Verlorengegangene zu ersetzen vermögen. Nahrungsstoff (s. S. 20, 254) ist der Inbegriff aller der Stoffe, welche zur Deckung der Ausgaben des Organismus unbedingt erforderlich sind. Sie werden in flüssiger Form als Chylus (s. S. 474) von den Wänden des Darmkanals aufgesogen; zu ihnen gehören nicht allein die sogen. Blutbilder, d. h. die stickstoffreichen eiweissartigen oder Proteinstoffe, sondern auch die zur Bildung der Organentheile nicht minder unentbehrlichen Fette, ferner gewisse Salze, Eisen und selbst das Wasser. Ohne die Zufuhr dieser Stoffe in hinreichender Menge ist der Organismus ausser Stande, sich auf der zum Leben nöthigen Zusammensetzung zu erhalten. Die Zubereitung des Nahrungsstoffes aus den Nahrungsmitteln (d. h. das Ueberführen obiger Stoffe in die zur Aufnahme ins Blut geeignete Form) ist der Zweck des Verdauungsprocesses (s. Bd. I. S. 683). Bei diesem Processe werden die Nahrungsmittel, wenn sie feste Stoffe sind, nach vorherigem Zerkauen und Einspeicheln in der Mundhöhle, durch den Pharynx und Oesophagus in den Magen herabgeschluckt, dort mit Hülfe des Magensaftes in Speisebrei umgewandelt und, wenn sie nicht schon jetzt resorbirt werden, in den Darmkanal übergeführt. Im Duodenum vermischt sich mit dem Chymus Galle und pancreatischer Saft, wodurch hauptsächlich die Fette in einen emulsiven Zustand versetzt werden; während des Durchganges des Speisebreies durch den übrigen Theil des Darmkanals (vorzüglich durch den Dünndarm) wird sodann allmälig der Chylus theils von den Capillaren der Lymphgefässe, zum Theil von Blutgefässcapillaren aufgesogen und in den Blutstrom fortgeführt, wo er weitern Veränderungen unterliegt. Im Dickdarm wird mit Hülfe des Darmsaftes besonders die Verdauung der vegetabilischen Nahrungsmittel, namentlich der Kohlenhydrate (wie die Umwandlung des Stärkemehls), vielleicht auch die Lösung der geronnenen eiweissartigen Materien, fortgesetzt und schliesslich aus den unverdaulichen und unverdauten Resten der Nahrungsmittel, nebst den Residuen der Galle (Choloidinsäure, Dyslysin, Taurin, Farbstoff), der Darmkoth gebildet. — Die bei der Verdauung ganz besonders wichtigen Organe sind: der Magen und Darmkanal, die Leber und das Pancreas; von vorzüglicher Wichtigkeit beim Verdauungsgeschäfte sind aber die Häute des Verdauungskanals, insofern sie Flüssigkeiten absondern, welche die Auf-

lösung der Ingesta einleiten, ferner die Resorption der flüssigen und verflüssigten Ingesta vermitteln, und sodann auch die Fortschaffung der Ingesta besorgen.

Die **Drüsen der Verdauungsschleimhaut** zerfallen (nach *Frerichs*) in 3 grössere Gruppen (in lenticuläre, traubige und schlauchförmige Drüsen), welche ihrem Baue nach scharf von einander geschieden sind und von denen jede durch mehrere Formationen vertreten wird.

I. Lenticuläre Drüsen, die einfachste Form aller Secretionsorgane. Sie bestehen (nach *Frerichs*) aus einfachen, nach allen Seiten geschlossenen Säcken von bald runder, bald ovaler Gestalt, und sehr verschiedener Grösse ($^1/_{30}$ — 1‴). Die Wandungen derselben sind amorph, vollkommen structurlos, durch Essigsäure unveränderlich, bisweilen äusserlich mit mehreren Schichten länglicher granulirter Kernbildungen bedeckt. Der Inhalt dieser Drüsenbläschen ist eine zähe durchsichtige Flüssigkeit von alkalischer Reaction mit verschiedenen Formbestandtheilen (wie: Molecularkörnchen, längliche Zellenkerne, blasse rundliche Zellen). Die linsenförmigen Drüsen liegen in den tieferen Schichten des Schleimhautgewebes eingebettet, an manchen Stellen unterhalb anderer Drüsen (wie unter den Lab- und Lieberkühnschen Drüsen). Bei weiterem Wachsthume drängen sie diese allmälig zur Seite und bilden an der Oberfläche halbkugelige Vorsprünge. Das Endstadium der Entwickelung der linsenförmigen Drüsen führt zur Zerstörung ihres prominirenden Theiles; sie platzen und ergiessen ihren Inhalt auf die Oberfläche der Schleimhaut. Sie zeigen dann eine kraterförmige (bisweilen auch dreieckige oder schlitzartige) Oeffnung, welche in das Innere des Sackes führt. Zuweilen geht das ganze obere Segment verloren und sie stellen dann weitgeöffnete Grübchen dar. — Diese Drüsen, welche aus erweiterten einfachen Zellen sich zu entwickeln scheinen, erscheinen im Verdauungskanale als solitäre und agminirte.

1) Die solitären Drüsenbläschen liegen einzeln zerstreut, mitunter auch zu Gruppen von 3—5 vereinigt: am Zahnfleische *(gl. tartaricae)*, in der Backenschleimhaut, am Gaumensegel, im Oesophagus (besonders im untern Drittel), im Magen, Dünn- und Dickdarme.

2) Die agminirten (Peyerschen) Drüsen liegen in dicht gedrängten Haufen vereinigt (10—50 an Zahl).

Bruch sagt von den *glandulae lenticulares* (Drüsenkapseln) des Magens, dass es geschlossene Drüsenbläschen seien, welche nicht immer einfach, sondern bisweilen auch aus mehreren Bläschen zusammengesetzt und von einer dichten Bindegewebsschicht umhüllt wären, wodurch sie sich gegenseitig abplatteten und so das Ansehen von Scheidewänden im Innern eines grössern Follikels entstände. Der Inhalt dieser Drüsenform (und überhaupt aller Drüsen, die keine specifischen Producte liefern) besteht aus Elementarkörnchen, Klümpchen (mit einfachem Kern) und kleinen Drüsenzellchen. — Die Zellen in den Peyerschen Bläschen scheinen nach *Gerlach* besonders die innere Seite der Wandungen auszukleiden.

II. Traubige (acinöse) Drüsen. Sie sind von rundlicher oder querovaler, nierenförmiger Gestalt und bestehen (nach *Frerichs*) aus hohlen, mit seitlichen, bald mehr, bald minder vorspringenden Acinis besetzten Läppchen, welche von dichtem Bindegewebe umhüllt sind und durch einen faserigen Ausführungsgang nach aussen münden. Die Acini, welche nach aussen durch eine structurlose Membran begränzt werden, haben eine rundliche Gestalt, $^1/_{70}$ — $^1/_{30}$‴ Dm. Der ($^1/_4$ — 1‴ lange und $^1/_{30}$ — $^1/_{10}$‴ weite) Ausführungsgang, welcher unten nicht selten mit seitlichen Läppchen besetzt erscheint, steigt schief gewunden empor, erweitert sich oft in der Mitte bauchig, und ist von Bindegewebs- und elastischen Fasern dicht umhüllt. Die Hauptmasse desselben besteht aus einer amorphen Grundlage mit langgestreckten Kernen, und bisweilen aus organischen Muskelfasern. Der Inhalt der traubigen Drüsen besteht aus einer zähen, glasartigen Flüssigkeit mit zahlreichen Elementarkörnchen, theils rundlichen, theils ovalen Kernen (von $^1/_{400}$ — $^1/_{300}$‴ Dm.), und blassen Zellen (von $^1/_{160}$ — $^1/_{100}$‴ Dm.). Die traubigen Drüsen liegen grösstentheils im submukösen Gewebe und kommen nur in der obern Hälfte des Verdauungskanales (auf der innern Fläche der Lippen, der

Wangen, auf der Zunge, am Gaumensegel, im Oesophagus, besonders im untern Drittel desselben) und Duodenum vor. *Bruch* fand diese acinösen Drüsen auch im Magen, *Frerichs* konnte sie hier aber nicht mit Sicherheit nachweisen.

III. Schlauchförmige Drüsen. Sie stellen (nach *Frerichs*) cylindrische, senkrecht in das Gewebe der Schleimhaut eingesenkte Schläuche mit blindem Ende dar, deren Wandung aus einer amorphen, glasartigen *tunica propria* besteht, und deren Inhalt theils Flüssigkeit, theils Formelemente (Molecularkörnchen, Kerne und Zellen) sind. Die schlauchförmigen Drüsen, zu denen die Labdrüsen (die Blinddarm- oder sackförmigen Drüsen) des Magens, die Lieberkühnschen und die Dickdarmdrüsen gehören, stehen stets mehr oder minder dicht gedrängt beisammen und constituiren, wo sie vorkommen, fast ganz ausschliesslich die Schleimhaut. — Nach *Bruch* findet man bisweilen den Inhalt der schlauchförmigen und traubigen Drüsen so angeordnet, dass in der Tiefe feinkörnige Masse allein, weiter oben Klümpchen (Kerne) und zu oberst, gegen die Mündung hin, Zellen sich befinden (was für die successive Fortentwickelung dieser Elementartheile spricht. In andern Fällen bildet feinkörnige Masse den Inhalt bis zur Mündung, untermischt mit Fetttröpfchen.

Der **Magen** (s. Bd. I. S. 688) — welcher sich bei Sectionen im Normalzustande in der Regel mit wenig Inhalt (nie mit fadenziehendem Schleime) und so zusammengezogen findet, dass er einen vom Pylorus zum Fundus hin allmälig anschwellenden Schlauch bildet und seine Schleimhaut in viele, besonders an der grossen Curvatur zusammengedrängte, die Gyri des Gehirns nachahmende, bald längere, bald kürzere, mehrere Linien hohe und breite Falten gelegt ist — besteht in seiner Wandung aus zwei, etwas über einander verschiebbaren Schichten, welche durch ein lockeres weisses Zellgewebe mit einander verbunden sind. Jede Schicht (etwa $\frac{1}{2}'''$ dick) besteht wieder aus ihrer Textur nach verschiedenen, aber innig zusammenhängenden Lagen. Die obere oder äussere wird von der Serosa und Muscularis gebildet, die innere von der submukösen Zellhaut und der Schleimhaut. Nach dem Pylorus hin steigert sich die Dicke der Magenwand allmälig bis etwa zu $1\frac{1}{2}$—$2'''$ *(Bruch)*.

1) **Magenschleimhaut.** Die innere Fläche des Magens ist nicht glatt und eben, wie die des Oesophagus, sondern lässt (nach *Frerichs*) kleine Erhebungen und Senkungen wahrnehmen, welche ($\frac{1}{10}$—$\frac{1}{8}'''$ breit und $\frac{1}{25}$—$\frac{1}{15}'''$ hoch) bald flach, bald mehr zottenartig zugespitzt erscheinen. *Bruch* sagt: man bemerkt eine Menge hanfkorn- bis linsengrosser rundlicher, dicht zusammenstehender, flacher Erhebungen, die sogenannten Papillen des Magens, und ferner noch eine sehr feine, sammtartige Rauhigkeit, besonders gegen den Pylorus hin. Die Papillen entstehen dadurch, dass die schlauchförmigen Drüsen in einzelnen ziemlich regelmässigen Gruppen stehen und ihre Mündungen auf eben so viele Punkte, als Warzen da sind, zusammendrängen, wodurch eben so viele flache, hanfkornbreite Erhebungen des Schleimhautparenchyms entstehen. Das sammtartige Ansehen kommt dadurch zu Stande, dass sich an vielen Stellen zwischen den Drüsenmündungen kurze, kegelförmige, zugespitzte und mit breiterer Basis beginnende Erhebungen des hier fast structurlosen Schleimhautparenchyms befinden. Nicht überall kommen diese zottenartigen Erhebungen vor, am constantesten und zahlreichsten noch im Pylorustheile; sie können pathologisch eine ausserordentliche Grösse erreichen. — In den Vertiefungen, welche durch Kreuzung der Fältchen zum Theil als ringsum geschlossene Grübchen erscheinen, liegen die Mündungen der Labdrüsen. Die Oberfläche der Schleimhaut ist nach *Fre-*

richs von einer regelmässigen Schicht zarter cylinderförmiger ($^1/_{100}$—$^1/_{70}$''' langer und $^1/_{500}$—$^1/_{400}$''' breiter) Epithelien überzogen, welche sich um die Mündungen der Drüsen radienartig lagern. An der Cardia zeigt sich das Pflasterepithelium des Oesophagus mit scharfem, zackigem Rande aufhörend. Nach *Bruch* unterscheiden sich die Epitheliumcylinder der Magenschleimhaut von den in den Darmdrüsen befindlichen dadurch, dass sie den Kern in der Mitte sitzen haben. Das die Drüsen umgebende Parenchym der Schleimhaut ist ziemlich fest und besteht nach *Bruch* nicht aus entwickeltem Bindegewebe, sondern aus einem feinfilzigen, dicht zusammenhängenden und gegen die Oberfläche immer structurloser werdenden Gewebe, in welchem sich nach Behandlung mit Essigsäure grössere oder geringere Mengen schmaler stäbchenförmiger oder geschlängelter Kerne finden, die im Allgemeinen eine der Oberfläche parallele, in der Tiefe aber auch senkrechte Richtung haben. Die dem Rande der Schleimhaut zunächst gelegene Schicht dieses Gewebes ist oft ganz structurlos, kaum von einigen Kernen durchsetzt, ziemlich durchsichtig, an der Peripherie scharf contourirt und nach unten continuirlich in das faserige Gewebe übergehend, welches letztere sich direct in den submukösen Zellstoff fortsetzt, indem es immer faseriger und lockerer wird, und sich zuletzt in lockere, geschwungene Bindegewebsfibrillen und Bündel auflöst. — Die Drüsen, welche im Magen vorkommen, sind: schlauchförmige, traubige und linsenförmige.

a. Die Labdrüsen (eigentliche Magendrüsen) sind (nach *Frerichs*) cylindrische Schläuche (von etwa $^1/_2$''' Länge und $^1/_{50}$—$^1/_{40}$''' Breite) mit abgerundeten, meistens kolbig sich erweiternden Enden, welche senkrecht, pallisadenartig, mehr oder minder dicht gedrängt neben einander stehen. Sie erstrecken sich von der Oberfläche bis in die an elastischen Fasern und Gefässen reiche Zellhaut. Ein Gefässnetz umgibt sowohl die kolbigen Enden wie die Mündungen dieser Schlauchdrüsen, welche übrigens im Pylorustheile am längsten und breitesten. Nicht selten sind die Labdrüsen gruppenweise (3—7) geordnet. — Der feinere Bau dieser Drüsen ist folgender: die Wandungen derselben, welche leichte Ausbuchtungen zeigen, bestehen aus einer hyalinen structurlosen Membran, in welcher man keine Kerne wahrnehmen kann. Die freie Fläche dieser Wand ist nicht, wie man sonst glaubte, mit einem Epithelium ausgekleidet, sondern der ganze Schlauch ist mit Formelementen angefüllt, welche die Hauptrolle bei der Secretion des Verdauungssaftes spielen. Diese Gebilde sind: 1) die Labzellen, rundliche oder mehr eckige Zellen, etwa 0,01''' gross, mit einem oder zwei Kernen und körnigem Inhalt; an einzelnen dieser Zellen ist eine gesonderte Zellenmembran nur undeutlich oder gar nicht zu erkennen; die Kerne sind durch den körnigen Inhalt zuweilen verdeckt. Die Zellen sind meist unregelmässig in den Drüsenschlauch gelagert, selten epithelienähnlich an den Wänden geordnet. 2) Zellenkerne mit Kernkörperchen. 3) Molecüle, kleine stark lichtbrechende Körnchen, welche zuweilen den ganzen Schlauch füllen. Sie scheinen hauptsächlich aus Fett zu bestehen. Die Labzellen finden sich in der grössten Menge angehäuft im nüchternen Zustand, wo man auch die entwickeltsten Formen derselben antrifft; während der Verdauung werden sie aus ihren Schläuchen einerseits durch die profusere Secretion von Flüssigkeit, andrerseits durch die Muskelcontractionen des Magens herausgepresst, daher man nach beendeter Verdauung die Schläuche leer oder nur mit wenigen Molecularkörnchen erfüllt findet. Die ausgetretenen Labzellen findet man während der Verdauung in Massen auf der freien Oberfläche der Schleimhaut und als Umhüllung der Contenta, wo sie allmälig zu Molecülen zu zerfallen scheinen.

b. Die lenticulären Drüschen (s. S. 702) kommen nach *Frerichs* im Magen nicht constant vor; sie fehlen oft gänzlich, oder zeigen sich sehr vereinzelt; in grosser Menge werden sie nur in krankhaften Zuständen, wie beim chronischen Magenkatarrhe, gefunden. Hier geben dieselben, wenn sie nach der Oberfläche hin münden, der Schleimhaut das areolirte Ansehen.

c. Traubenförmige Drüsen, welche mehrere Beobachter in der Nähe der Cardia, des Pylorus und an der kleinen Curvatur gesehen haben wollten, konnte *Frerichs* nicht mit Sicherheit nachweisen. *Bruch* findet diese Drüsen mit den *Brunn*'schen Drüsen des Duodenum übereinstimmend und von den schlauchförmigen nur durch ihr mehrfach ausgebuchtetes Ende, welches gewöhnlich bis in den submukösen Zellstoff reicht, unterschieden.

Die Gefässe der Schleimhaut verhalten sich nach *Gerlach* so: die in dem submukösen Bindegewebe verlaufenden grösseren Arterienäste lösen sich alsbald in sehr feine Capillaren auf, welche in zierlichen Netzen die Wände der Magendrüsen umspinnen; in der Nähe der Drüsenmündungen vereinigen sich aber die feinen Capillaren der Drüsenwände zu stärkeren Gefässen und diese bilden auf der freien Fläche der Schleimhaut ein Netz von grossen rundlichen Maschen, von denen jede eine Drüsenmündung umgibt. Diese weiteren Capillargefässe gehen erst in Venen über.

2) Die **submuköse Zellhaut**, in welche die Labdrüsen mit ihrem kolbigen Ende (sowie die traubigen Drüsen) herabreichen und in welcher die lenticulären Kapseln ihre Lage haben, bildet (nach *Bruch*) eine dicht zusammenhängende, dünne, weisse Schicht, welche unmittelbar in die Schleimhaut übergeht. Sie besteht aus wohlgeformtem, lockigem Bindegewebe (mit untermischten elastischen Fasern), verbindet sich durch lockeres, formloses Bindegewebe mit der Muskelhaut, und enthält viele grössere und kleinere Arterienstämmchen.

3) Die **Muskelhaut** besteht nur aus Längs- und vorzugsweise aus Kreisfasern; die ersteren liegen oberflächlicher, sind unmittelbare Fortsetzungen der Längsfaserschicht des Oesophagus und strahlen an der Cardia eine Strecke weit und sehr zerstreut aus; nur an der kleinen Curvatur streicht eine oberflächliche stärkere Schicht bis zum Pylorus hin. *Bruch* konnte an der grossen Curvatur, sowie an der vordern und hintern Wand des Pylorustheiles durchaus keine Längsfasern finden. Die tiefer liegenden Kreisfasern, welche an der Cardia beginnen und bis zum Pylorus eine zusammenhängende Muskelschicht bilden, gränzen sich weder von den Oesophagus- noch Duodenum-Fasern scharf ab, und bilden am Pförtner einen kreisförmigen Wulst (Pylorusklappe). Die einzelnen Muskelbündel sind von lockerem Bindegewebe umhüllt, welches auch zwischen sie hinein Fortsätze in Form von Scheidewänden schickt, wodurch die grösseren Bündel wieder in kleinere zerfallen und auf dem Durchschnitte gestreckte, polyedrische und elliptische Maschen bilden, in welchen die secundären und tertiären Muskelfaserbündel enthalten sind. Dieses intermusculäre Bindegewebe besteht aus sehr entwickelten, lockigen Fasern, ziemlich zahlreichen Gefässen und elastischen Fasern, welche zusammen nach innen in das lockere Bindegewebe der submukösen Zellschicht und nach aussen in das subseröse Gewebe übergehen *(Bruch)*.

4) Die **Serosa**, welche der Muscularis durch das subseröse Zellgewebe straff anhängt, bildet eine dünne, aber feste Schicht geformten Bindegewebes, welches an der Oberfläche sehr compact und mit Pflasterepithelium bekleidet ist, sich weiter nach innen etwas auflockert (d. i. subseröses Bindegewebe) und in das intermusculäre Bindegewebe übergeht.

Darmkanal (s. Bd. I. S. 692). Im Darmkanale, vorzugsweise im Dünndarme, ist, wie bei dem Magen, die **Schleimhaut** vom grössten Interesse; denn sie wird in ihrem Baue noch complicirter, indem auf ihr, ausser zahlreichen Drüsen, noch neue, sich über die Oberfläche erhebende Formelemente vorkommen. Schon auf der Pförtnerklappe nimmt sie einen andern Charakter als im Magen an, der beim weiteren Hinabsteigen bis zum Dickdarm immer deutlicher sich ausspricht. Statt der wellenförmigen Senkungen und Hebungen erscheinen im Dünndarme die **Zotten**, welche im Anfange des Duodenum noch breit und niedrig sind, allmälig aber höher werden, eine pyramidale Form annehmen und endlich eine schlanke cylindrische oder zungenförmige Gestalt bekommen. Sie hören erst auf den Falten der Bauhinischen Klappe auf. — Die **Muscularis** erfüllt durch ihre Bewegungen folgende Zwecke: theils bewerkstelligt sie eine innigere Vermischung der Secrete mit dem Speisebreie, wodurch die chemische Umwandlung des letztern befördert wird; theils begünstigt sie die Resorption des Chylus durch Eintauchen der Zotten in den Chymus; theils werden die Contenta durch sie weiter befördert.

Die **Schleimhaut des Dünndarms** ist eine unmittelbare Fortsetzung der des Magens, nur blässer als diese, gewöhnlich durch die im Zwölffinger-

darm dem Speisebrei beigemengte Galle gelb gefärbt. In ihrem feineren Baue unterscheidet sie sich wesentlich von der Magenschleimhaut. Zur Vergrösserung ihrer absondernden und aufsaugenden Oberfläche mit möglichst geringem Raumaufwande dienen folgende zwei Einrichtungen an ihr: die *plicae s. valvulae conniventes Kerkringii* (s. Bd. I. S. 696) und die Zotten, *villi*. Erstere sind zarte, schmale, halbmondförmige, auf die Längsrichtung des Darmtractus vertical gestellte Schleimhautfalten, welche in das Lumen des Darms hineinragen. Diese sowie die zwischen ihnen liegende Schleimhaut sind wieder mit unzähligen dichtgedrängten zarten Zotten besetzt, welche der ganzen Membran den Namen Zottenhaut, *tunica villosa*, verschafft haben. Die ganze freie Oberfläche der Schleimhaut ist mit einem zarten Cylinderepithelium bekleidet, dessen Cylinder senkrecht gegen die Wandung gerichtet sind, und continuirlich die Falten und Zotten überziehen. Die zur Secretion des zur Verdauung dienlichen Darmsaftes *(succus entericus)* und des Darmschleimes bestimmten Drüsengebilde sind: die Lieberkühn'schen Drüsen, *glandulae s. cryptae Lieberkuehnianae*, kleine grübchenförmige, dichtgedrängte Vertiefungen in den Zwischenrämen der Zotten; ferner lenticuläre Drüsen, welche theils einzeln zerstreut als solitäre Drüsen, *glandulae solitariae*, in verschiedener Anzahl, theils in Haufen zusammengruppirt zu den sogen. Peyer'schen Plexus, *glandulae Peyerianae s. agminatae*, sich finden; drittens endlich traubenförmige Drüsen, welche, in dichten Convoluten zusammenstehend, als Brunner'sche Drüsen, *glandulae Brunnerianae*, beschrieben werden und sich hauptsächlich im Duodenum vorfinden. Die unter dem Epithelialüberzuge liegende Schleimhautschicht ist von einem dichten, sehr engmaschigen Capillargefässnetz, an dem man keine freien Enden wahrnimmt, durchzogen; ebendaselbst vereinigen sich auch die aus den Zotten entspringenden Lymphgefässstämmchen.

a. Die Zotten, *villi* (s. Bd. I. S. 696), stehen so dicht auf der Schleimhaut zusammengedrängt, dass sie derselben ein sammetartiges Ansehn geben. Nach *Krause's* Beobachtungen finden sich im Duodenum und Jejunum 50 — 90 Zotten, im Ileum 50 — 70 Zotten auf einer Quadratlinie, was für den ganzen Dünndarm eine Summe von etwa 4 Millionen Zotten ausmachte. Ihre Gestalt ist sehr verschieden. Im Duodenum sind sie noch breit und niedrig, als Uebergangsstufen von den wellenförmigen Erhebungen der Schleimhaut des Magens, im Jejunum nehmen sie an Höhe zu, nehmen eine mehr pyramidale Form an und werden endlich cylindrisch, walzen- oder zungenförmig, selbst blättchenförmig, selten an ihrer Spitze in 2 Enden getheilt oder eingekerbt. Zuweilen ist die Spitze wie abgeschnitten, zuweilen kolbig angeschwollen. Nach *Henle's* Ansicht sind alle Zotten im leeren Zustand platt, einige mit breiter Basis und gebogenem freien Rande, andere selbst mit verdünnter Basis. Ihre Grösse und Dicke ist sehr wechselnd bei einem und demselben Individuum, aber auch verschieden nach dem Alter, indem sie bei jungen Personen in der Regel breiter und kürzer, bei alten dagegen gewöhnlich mehr schmal und lang angetroffen werden. Die Länge der cylindrischen und zungenförmigen Zotten des Jejunums beträgt $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$''' bis zu $\frac{1}{2}$''', ihre Breite $\frac{1}{15}$—$\frac{1}{10}$''', nach *Krause* selbst $\frac{1}{6}$''', der Dickendurchmesser der zungenförmigen etwa $\frac{1}{20}$''', der Dickendurchmesser der cylindrischen nach *Henle* etwa $\frac{1}{14}$—$\frac{1}{12}$'''. Im Ileum werden sie im Durchschnitt wieder etwas kleiner. Die Structur der Zotten ist folgende: die Grundlage des Gewebes ist eine faserige Masse mit einer ziemlichen Anzahl blasser, in die Länge gezogener schmaler Kerne. Den äussern Ueberzug bildet eine regelmässige Schicht radial gestellter Cylinderepithelien, welche sich wie die Steine eines Brückenbogens ausnehmen; die ganze Schicht lässt sich leicht mechanisch im Zusammenhang wie ein Handschuhfinger abziehen, in gewissen Krankheiten werden ähnliche zusammenhängende Epithelialschichten spontan losgestossen. Die einzelnen Cylinder haben eine Länge von $\frac{1}{130}$—$\frac{1}{110}$''' und am stumpfen nach dem Darmlumen gerichteten Ende eine Breite von $\frac{1}{300}$—$\frac{1}{400}$'''. Unter diesem Epithelialüberzuge findet man gewöhnlich eine Schicht runder durchsichtiger Zellen, welche, wie es scheint, eine Hauptrolle bei der Resorption des Chylus spielen. Im Innern jeder Zotte finden sich Blut und Lymphgefässe. Die Blutgefässe liegen am weitesten nach dem Rande der Zotte zu, wo an 2 gegenüberliegenden Seiten ein Arterien- und ein Venenstämmchen verlaufen, welche durch ein feines intermediäres Netz verbunden sind. Der Durchmesser der Capillaren ist nach *Krause* $\frac{1}{148}$—$\frac{1}{555}$'''. Viele Zotten geben auf diese Weise das Ansehen, als ob unter den Epithelien eine dem freien Rande der Zotten parallele Gefässschlinge verliefe. Ueber den Ursprung und Verlauf der Lymphgefässe in den Zotten herrschen noch jetzt sehr verschiedene Ansichten.

Lieberkühn wollte an dem freien Ende jeder Zotte eine nach dem Darmkanal offene Höhle, *ampulla*, beobachtet haben, aus welcher das centrale Lymphstämmchen der Zotte entspringen sollte; alle neueren Beobachter leugnen jedoch diese Beobachtung; man findet nie eine Oeffnung an den Enden der Zotten; dass dieselbe nicht vorhanden sein kann, geht schon aus der Continuität des Epithelialüberzugs hervor. Die meisten Anatomen geben jedoch eine geschlossene Höhlung, *Müller* in den breiten Zotten sogar mehrere Höhlungen in den Enden der Zotten als peripherische Ursprünge der Lymph-

gefässe an; *Henle* bezeichnet das centrale Lymphstämmchen, welches man fast in jeder Zotte findet, als eine centrale Höhlung, welche an der Spitze blind, zuweilen etwas kolbig erweitert anfängt, und in der Achse bis zur Basis verläuft; in den breiten Zotten fand er oft 2 solche Kanäle, die neben einander auf dem höchsten Theile der Falte mit blinden oft rankenförmig gekrümmten Spitzen entspringen und von da aus divergirend, jeder an dem ihm zunächst gelegenen Seitenrand der Zotte, nach der Basis verlaufen. Die Auskleidung dieser Kanäle bildet nach ihm eine einfache Haut von demselben Bau wie die Längsfaserhaut der Venen. Hiermit stimmt die Beschreibung *Müller's* überein. Nach diesem sind die Zotten zum Theil im Innern hohl und bestehen aus einem äusserst zarten Häutchen, in welchem die Blutgefässe verlaufen. Diese einfache Höhlung, welche er für den Anfang der Lymphgefässe hält, fand er öfters ganz mit Chylus erfüllt, besonders in den walzenförmigen Zotten, während die breiten platten mehr als eine solche Höhlung zu enthalten schienen. Spritzte er Milch in das Innere eines Darmstückes vom Schaafe ein, bis sich die Lymphgefässe wahrscheinlich durch Zerreissung des innersten Häutchens füllten, so erschienen darauf die Zotten hier und da mit Milch erfüllt. Bei Untersuchung derselben schienen die dünnen walzenförmigen nur einen einzigen Kanal zu enthalten, die breiten platten dagegen zeigten mehrere unregelmässige anastomosirende, meist von der Basis nach der Spitze verlaufende und daselbst blind endigende Kanäle. Diese dicht an einander liegenden Kanälchen boten das Ansehen eines Netzwerkes, ihr Durchmesser war viel grösser als der der Blutcapillaren. Diese letztere Beobachtung nähert sich schon mehr denen *Krause's* und *E. H. Weber's*, welche die Lymphgefässe in den Zotten, analog den Blutgefässen, aus einem sehr feinen Lymphcapillarnetz entspringen sahen. Nach *Krause's* Messungen ist der Durchmesser des centralen Lymphstämmchens: $^{1}/_{72}$''', der der kleinen capillaren Saugadern etwa $^{1}/_{81}$—$^{1}/_{162}$'''; *E. H. Weber* überzeugte sich von dem Vorhandensein der Lymphcapillaren auf das Entschiedenste an zufällig mit Chylus gefüllten Zotten aus Dünndärmen von Menschen, welche kurz vor dem Tode gegessen hatten. Sie entspringen aus derjenigen Schicht der Zotten, welche aus den oben genannten runden Zellen besteht, und münden, nachdem sie ein einfaches Netz durch Anastomosen gebildet haben, in das centrale Stämmchen. Ebenso überzeugte sich *Weber*, worauf die Angaben der meisten übrigen Beobachter von Ampullen und peripherischen Anschwellungen der Lymphgefässe beruhe. Man findet nämlich sehr häufig Zotten, deren ganzes Ende mit Chylus erfüllt ist, so dass man das täuschende Bild einer mit Chylus erfüllten Höhle oder einer mit einer schwammigen Masse ausgekleideten Ampulle vor sich zu haben glaubt. Bei auffallendem Licht erscheint diese Chylusmasse weiss, bei durchgehendem schwarz. Dieselbe ist aber nicht in einer freien Höhle angesammelt, sondern in den oft erwähnten runden Zellen des Zottengewebes eingeschlossen, ja selbst die Cylinderepithelialzellen des Zottenüberzuges fand *Weber* zuweilen von dieser Masse infiltrirt. Diese Beobachtungen werfen zugleich ein Licht auf die Art und Weise der Resorption des Chylus; die eben beschriebenen mit Chylus infiltrirten Zotten sind eben in der Aufsaugung begriffen. Der Chylus muss, um in die capillaren Lymphgefässe zu gelangen, durch die doppelte Schicht von Zellen, die der Epithelialcylinder und die jener runden Zellen hindurch; ob durch wirkliche Oeffnungen oder ob blos nach enosmotischen Gesetzen, diese Frage wird weiter unten bei der Verdauung ihre Erörterung finden. *Frerichs* bestätigt die Beobachtungen *Weber's*, insofern er ebenfalls oft die Cylinderepithelien der Zotten, besonders an den Spitzen, ganz mit Chylus imbibirt fand, leugnet aber das Vorhandensein einer besondern Schicht runder Zellen unter den Epithelien, und glaubt, *Weber* habe die von oben gesehenen Epithelialcylinder für besondere runde Zellen gehalten; an Zotten, wo das Epithelium abgestossen war, konnte er nichts von jenen Zellen wahrnehmen. Auch leugnet er das Vorhandensein von Lymphcapillaren und beschreibt ebenfalls kolbig angeschwollene Enden der Lymphgefässe.

b. Lieberkühn'sche Drüsen oder Grübchen, *glandulae s. cryptae Lieberkuehnianae* (s. Bd. I. S. 698), sind Vertiefungen in der Schleimhaut, welche in enormer Anzahl zwischen den Basen der Zotten liegen, oft so dicht, dass sich ihre Oeffnungen berühren und polyedrisch an einander abplatten, an andern Stellen sind die einzelnen Oeffnungen durch Bindegewebsstränge von einander getrennt. *Krause* zählte 3—8 zwischen je 2 Zotten. Der Epithelialüberzug des Darmkanals kleidet ihre Mündungen, welche theils rund, theils länglich, theils spaltförmig erscheinen, aus, die einzelnen Epithelialzellen erscheinen in den Oeffnungen fast dreieckig, und sind radienförmig angeordnet. Ihr Durchmesser beträgt nach *Krause* $^{1}/_{40}$—$^{1}/_{30}$''', im Ileum, wo sie an Breite zunehmen, $^{1}/_{25}$''', ihre Tiefe $^{1}/_{20}$''', nach *Frerichs* sogar $^{1}/_{6}$—$^{1}/_{5}$'''. Die Oeffnung aber misst nur $^{1}/_{100}$—$^{1}/_{70}$'''. Die Form dieser Säckchen ist meist cylindrisch, das Ende ist oft etwas kolbig erweitert. Im Ileum werden sie allmälig dicker und länger und gehen so in die Drüsen des Dickdarms über. Die Wandung der Follikel, welche von zahlreichen feinen Blutcapillaren umstrickt ist, besteht aus einer structurlosen glashellen Membran, welche man durch Zusatz von Aetzammoniak deutlich machen kann. Der Inhalt derselben ist eine zähe trübe Flüssigkeit, welche feine Molecularmassen, Kerne von $^{1}/_{300}$—$^{1}/_{250}$''', selten rundliche durchsichtige Zellen um jene Kerne zeigt. Diese Kerne und Zellen erfüllen entweder die ganze Höhle der Zellen oder sind nur an den Drüsenwandungen gelagert. Diese Follikel sind die vornehmsten Secretionsorgane des Dünndarms.

c. Glandulae solitariae mucosae (s. Bd. I. S. 698) sind einfache lenticuläre Drüsen, welche zerstreut über den ganzen Dünndarm vorkommen, in sehr wechselnder Menge; bald ist man nicht im Stande, eine einzige aufzufinden, bald ist die ganze Schleimhaut dicht damit besetzt. Es sind geschlossene Kapseln von sehr verschiedener Grösse, $^{1}/_{10}$, $^{1}/_{4}$, $^{1}/_{2}$—1''', bei chronischem Katarrh der Darmschleimhaut, wo sie ungeheuer vermehrt werden, findet man selbst erbsengrosse. Sie liegen, wie schon von den solitären Kapseln im Magen gesagt wurde, in einem tiefern Stratum der Schleimhaut, deren Zotten und Lieberkühn'sche Drüsen über sie hinweggehen. Bei ihrem Wachsthum drängen sie sich jedoch nach der Oberfläche, öffnen sich dort mit verschieden gestalteter, bald dreieckiger, bald runder, bald kraterförmiger Mündung, und ergiessen ihren Inhalt auf

die Schleimhaut; zuweilen platzen sie auch mit mehreren Oeffnungen. Der Inhalt ist derselbe, wie er bei den lenticulären Drüsen des Magens beschrieben wurde.

d. Glandulae Peyerianae s. agminatae, Peyer'sche Drüsen (s. Bd. I. S. 698), bestehen aus denselben Elementen, wie die eben beschriebenen solitären Drüsen; es sind Conglomerate derselben in verschiedener Anzahl, von 3, 5, 7, 20 bis 50 und mehr Kapseln. Man findet diese Drüsenhaufen in rundlicher oder länglichrunder, selbst viereckiger Gestalt, stets nur an der dem Ansatze des Mesenteriums gegenüberliegenden Darmwand, und zwar vorzüglich im untern Theile des Ileum in grosser Menge, weniger zahlreich aber ansehnlicher dagegen im untern Theil des Jejunum und im obern des Ileum. Sie erscheinen dem blossen Auge als eine Gruppe runder, weisslicher, wenig hervorragender Punkte. Die einzelnen Kapseln sind gewöhnlich geschlossen, seltner findet man sie wie die solitären Follikel aufgeplatzt; am seltensten alle Follikel einer Placque zugleich geöffnet. Die Oeffnungen haben ebenfalls eine verschiedene Form und verschiedene Durchmesser, $1/20 - 1/10'''$, in gewissen Krankheiten *(typhus)*, wo sich die Kapseln besonders stark entwickeln, trifft man auch Oeffnungen bis zu $1'''$. Ueber die weniger entwickelten Placques geht die Schleimhaut continuirlich mit ihren Zotten und Lieberkühn'schen Drüsen hinweg. Drängen sich aber die Kapseln bei ihrem Wachsthum an die Oberfläche, so stellen sich die Lieberkühn'schen Drüsen kreisförmig um den Rand der so gebildeten Vorsprünge. Der Inhalt der einzelnen Bälge ist der früher beschriebene: eine zähe Flüssigkeit, Molecule, Kerne und Zellen.

e. Glandulae Brunnerianae, die Brunner'schen Drüsen (s. Bd. I. S. 698), kommen hauptsächlich nur im Dünndarm, besonders in dessen oberem Querstück, vor, und gehören zu den traubenförmigen Drüsen. Die einzelnen Träubchen, welche einen Durchmesser von $1/10$, $1/4$, $1/2''' - 1'''$ haben, stehen in dichten Conglomeraten zusammen, diese Conglomerate sind dem blossen Auge wahrnehmbar. Sie liegen theils in den tiefern Schichten der Schleimhaut, theils in dem Bindegewebe unter derselben; ihre Gestalt ist meist rundlich, seltner länglich. Die einzelnen Acini sind kugelrund und messen nach *Krause* $1/35 - 1/70'''$, nach *Frerichs* sind die kleineren $1/40 - 1/35'''$, die grösseren sogar $1/16'''$ gross. Ihre Ausführungsgänge sind gewunden und münden zwischen den Zotten auf der Schleimhautoberfläche. Ihre Wandung ist eine glashelle, structurlose, von einem Capillarnetz dicht überzogene Haut, ihr Inhalt eine zähe alkalische Flüssigkeit mit feinen Moleculen, länglichen Kernen von $1/400 - 1/300'''$ und selten blassen, runden, leicht granulirten Zellen von $1/250 - 1/120'''$ Durchmesser, welche zuweilen die Wand epithelienähnlich auskleiden.

Die innere Oberfläche der Dickdarmschleimhaut weicht wieder wesentlich von der der dünnen Gedärme ab. Die Zotten hören auf dem Coecaltheil der Klappe auf, die Oberfläche ist glatt und eben bis auf wenige flache Erhebungen ähnlich den im Magen beschriebenen. Die Secretionsorgane des Dickdarms sind ebenfalls schlauchförmige Drüsen, welche sich von den Lieberkühn'schen des Dünndarms und durch ihre Dimensionen unterscheiden; sie sind im Allgemeinen länger und dicker. Sie stehen, wie jene, senkrecht in der Schleimhaut, ihre Mündungen sind ebenfalls noch mit den Epithelien derselben ausgekleidet. Ihre Form ist cylindrisch, das Ende leicht angeschwollen, die Oeffnungen sind bald rund, bald spaltförmig, etwa $1/50'''$ gross. Die Schläuche selbst, welche weniger dicht neben einander stehen als die Lieberkühn'schen Drüsen, messen im Coecum etwa $1/25'''$ in der Breite, $1/4'''$ in der Länge, im Colon und Rectum $1/20 - 1/15'''$ in der Breite, $1/3'''$ in der Länge. Ihr Inhalt gleicht dem der Lieberkühn'schen Drüsen und lässt sich zuweilen wurstförmig auspressen. Ihre Wandung ist nur nach längerer Behandlung mit Wasser oder durch Essigsäure als glashelle structurlose Membran zu sehen. Die lenticulären solitären Drüsen des Dickdarms unterscheiden sich nicht von denen des Dünndarms.

Die **Leber, *hepar*** (s. Bd. I. S. 703), ist in ihrem feineren Baue, trotz der vielen und genauen Untersuchungen, doch noch nicht sicher erkannt. Die wesentlichen Elemente des Leberparenchyms sind: Zellen, Gefässe (Capillaren der Pfortader und Leberarterie), Gallenkanälchen und Bindegewebe. Der bei weitem grösste Theil des Parenchyms besteht aus den Leberzellen, welche, dicht gedrängt und reihenweise geordnet, neben einander liegen. Welches nun aber das Verhalten der letzten Verzweigungen der Gallenkanälchen zu diesen Zellen ist; wie jene Kanälchen endigen (blind oder netzartig); ob die feinsten Aestchen derselben noch eine *tunica propria* besitzen oder Intercellulargänge darstellen, ist noch nicht entschieden. Ja man streitet sich noch darüber, ob die Leber eine acinöse Drüse ist (aus End-

bläschen und Läppchen besteht) oder einen tubulösen Bau hat (aus einem Netze von Blutgefäss- und Gallengang-Capillaren zusammengesetzt ist). Uebrigens gebrauchen die meisten Autoren den Ausdruck *acinus* bei der Leber als gleichbedeutend mit *lobulus*. Was den lappigen Bau betrifft, so sprechen sich die ältern Anatomen und *Kiernan* dafür aus; letzterer schon glaubt jedoch jedes Läppchen nicht aus Acinis, sondern aus einem Geflechte von Gallenkanälchen und Pfortadercapillaren zusammengesetzt. *Müller* und *Krause* vertheidigen die Ansicht von dem acinösen Baue der Leber. Neuere (*Henle*, *Weber*, *Krukenberg etc.*) sprechen sich gegen die feinern Läppchen der Leber aus und behaupten, dass die sogenannten Acini nur Haufen von Leberzellen seien, welche die Zwischenräume zwischen den Blutgefässen ausfüllen. *Weber* sieht das Leberparenchym als ein cubisches Netz von Blutgefässen an, in dessen Lücken die Leberzellen liegen und die Gallengefässe anfangen. *Günther* ist zu der Ueberzeugung gelangt, dass bei den meisten Thieren ein lappiger Bau, bei dem erwachsenen Menschen aber ein durchaus gleichmässiger, nicht lappiger Bau der Leber existirt; beim menschlichen Fötus und Kinde setzt sich, wie bei den Thieren, von der Glisson'schen Kapsel aus eine zellstoffige Scheide auf den Gefässen bis ins Innere der Leber fort und gränzt dort allerdings die einzelnen Abtheilungen von einander ab, wird aber im Fortschreiten des Wachsthums und der Entwickelung durch die eigentliche Lebersubstanz verdrängt. — Bindegewebe findet sich an der Leber zuvörderst unter dem Bauchfellüberzuge und bildet hier eine dünne Zellschicht, welche auch die eigene oder Faserhaut, *Pétrequin*'sche Kapsel, genannt wird, Fortsetzungen in das Leberparenchym schicken und zarte Scheidewände zwischen den Läppchen (interlobuläres Bindegewebe) bilden soll. Sodann existirt auch noch die aus einem kernfaserreichen Bindegewebe bestehende Scheide (*Glisson*'sche Kapsel), welche die Pfortader, die Leberarterie, die Lymphgefässe, Nerven und Gallengänge umgibt. Dieses Bindegewebe soll die genannten Theile von der Pforte bis zu den Leberläppchen begleiten und hier mit dem interlobulären Bindegewebe continuirlich zusammenhängen.

a. Die **Leberzellen** (s. Bd. I. S. 708) sind farblos oder gelblich, rundlich oder gewöhnlich durch gegenseitigen Druck polygonal (meistens 4—6eckig) und besitzen einen (selten 2) rundlichen, etwas plattgedrückten, 1 oder 2 Kernkörperchen enthaltenden Kern; ihr Inhalt ist in der Regel feinkörnig, aus Elementarkörnchen und Fetttröpfchen bestehend (wahrscheinlich bildet sich also auch hier das Fett, wie *Mayer* von allen freien Fetten der Secrete behauptet, in den Zellen der letzten Endigungen der Secretionskanäle). Nach *Günther* wird die dunklere, braunrothe oder sogenannte Rinden-Substanz von dunklern, gallenfarbstoffhaltigen Zellen (von 0,011—0,100‴ Dm.) gebildet, die hellere, gelbe oder Medullar-Substanz dagegen von hellen, fetthaltigen Zellen (von 0,010—0,012‴ Dm.) zusammengesetzt (wie dies *H. Meckel* bei den Mollusken fand). In dem Verhalten gegen Reagentien haben die Leberzellen grosse Aehnlichkeit mit jungen Epithelialzellen; sie werden schon in sehr verdünntem Kali (und Ammoniak) sehr blass, quellen auf und werden dadurch runder, der Kern wird undeutlicher, der Inhalt mehr homogen, die einzelnen Zellen trennen sich von einander und lösen sich endlich auf. Durch Essigsäure wird die Hülle blasser, der Kern deutlich, der gra-

nulöse Inhalt löst sich theilweise auf, während die Fetttröpfchen unverändert bleiben (die sich in Aether lösen). Die Anordnung der Leberzellen ist eine reihenweise; die Reihen liegen neben einander und, nach *Gerlach*, radienartig um Blutgefässe, die den Anfang der Lebervenen (d. s. die *venulae intralobulares*) bilden. Die Zellen sind um so deutlicher, je näher sie dem Centrum liegen, weiter gegen die Peripherie hin sind sie undeutlicher und weniger regelmässig in Reihen geordnet. Dies rührt daher, dass gegen die Peripherie hin die kleineren Zellenreihen, welche die grösseren, radienartig geordneten unter einander verbinden, immer zahlreicher werden. Deshalb hat der centrale Theil ein mehr radienartig gestreiftes, der peripherische ein mehr netzförmiges Ansehen. Die Peripherie eines solchen Körpers, dessen Centrum eine *venula centralis* bildet, ist nach *Gerlach* in manchen Thierlebern von einer ziemlich dicken und festen Hülle aus Bindegewebe umgeben und bildet so ein Läppchen *(acinus)*. Bei dem Menschen ist diese Läppchenformation zwar nicht in dem Grade vorhanden, jedoch findet sich auch hier sparsames Bindegewebe zwischen den beschriebenen Körpern, welches mit den Endästen der Pfortader *(venulae interlobulares)* die einzelnen Läppchen umspinnt und mit einander verbindet. Beim Schweine haben die Läppchen eine polygonale, 5- oder 6eckige Gestalt und einen Dm. von 1 — 1,5 — 2‴; beim Menschen eine mehr rundliche oder ovale Form und einen Dm. von höchstens 1‴. — Nach *Henle* und *Weber* sollen die Leberzellen durch lineare Aneinanderreihung und Dehiscenz der Zwischenwände in die feinsten Gallenkanälchen übergehen.

Nach *Huschke* besteht die Leber aus Läppchen *(lobuli)* von 3—4eckiger Gestalt und ½—1‴ Dm., welche durch eine sehr zarte Zellgewebslage von einander getrennt werden, in welcher Pfortaderästchen *(venulae interlobulares)*, die Läppchen kranzartig umspinnend, sich verbreiten. In der Mitte jedes Läppchens ist wieder eine dunkler braunrothe, von Blutgefässen *(venulae intralobulares)* herrührende Stelle, so dass ein Läppchen eigentlich ein Ring ist, dessen Mitte und Umfang dunkler und von Blut eingenommen wird. Daher rührt das gelb und braun gefleckte Ansehen der Leber und daher die beiden Substanzen. Die gelbe oder Marksubstanz besteht aus Sammlungen von Acinis und heisst deshalb besser die körnige Substanz; die braune oder Rindensubstanz bezeichnet die Stellen, wo Pfortader und Lebervene die ersten Sammelpunkte ihrer Capillaren haben, und könnte Blutgefässsubstanz genannt und in die inter- und intralobuläre geschieden werden. — Was die Leberzellen betrifft, so fand sie *Huschke* etwas platt, polyedrisch, 4—6eckig, von $^1/_{130}$—$^1/_{151}$‴ Dm., mit 10—20 Fettkörnchen bedeckt und in der Mitte ein von Galle gefärbtes Centralbläschen (Kern). Von einem spitzigern Theile der Zelle sah er mehrere Male deutlich einen Faden sich fortsetzen, der mit anderen stärkeren sich zu verbinden schien. *Huschke* ist nun der Meinung, dass die Gallenkanälchen nach vielfacher spitzwinkeliger Theilung höchst zart und dünn werden, viel feiner als die Zellen selbst und sich in jene zu den Zellen laufenden äusserst dünnen Fäden (von $^1/_{684}$‴ Dm.) fortsetzen, so dass also die Zellen selbst als Acini zu betrachten sind. Auch die Vertheilung des Capillarnetzes steht damit in Uebereinstimmung, denn jeder solcher Acinus (Zelle) ist von dem andern durch einen feinen Blutstrom getrennt.

Theile, welcher ebenfalls die Läppchenbildung in der menschlichen Leber annimmt und sie ähnlich wie *Huschke* beschreibt, fand, dass die Leberzellen (zwischen $^1/_{160}$ u. $^1/_{60}$‴ im Dm.) der Länge nach an einander gereiht sind und dass sie die durch sie erzeugten Streifen wieder durch quere (ebenfalls von der Länge nach an einander gereihten Zellen gebildeten) Streifen verbunden sind. Es entsteht so ein Leberzellen-Netz, in dessen Maschen die Kanäle des Gefässcapillarnetzes liegen. Der netzförmigen Verbindung unbeschadet, zeigt sich aber stets eine vorwaltend radiale Anordnung der Streifen. Dass die Grösse der Leberzellen so verschieden angegeben wird, liegt darin, dass die Extreme an den verschiedenen Zellen der nämlichen Leber wirklich vorkommen.

b. Die feinsten **Gallenkanälchen** (s. Bd. I. S. 709) haben hinsichtlich ihrer Anfänge und ihres Verhältnisses zu den Zellen und Läppchen der Leber die verschiedenartigsten Ansichten bei den Anatomen hervorgerufen. Die älteste Ansicht ist, dass die Leber gleich den Speicheldrüsen construirt sei und die Gallenkanälchen mit Endbläschen (wirklichen *acini*, nicht mit den Läppchen der Leber zu verwechseln) anfingen. Auch *Krause* nimmt diesen Bau an und findet die Acini graugelblich, rund oder oval, 6—8 Leberzellen einschliessend, von 0,014—0,025‴ Dm. (Also grösser als die Maschen des Gefässnetzes, in welchen diese Acini liegen müssten. *Gerlach*). — *Weber* beobachtete, dass die feinsten Gallenkanälchen, welche viel enger als die feinsten Secretionskanälchen anderer Drüsen sind, nicht mit geschlossener Enden aufhörten und daher auch nicht die Grundlage von abgesonderten Lappen und Läppchen bildeten, sondern dass sie so vielfach mit einanden

anastomosiren, dass ein dichtes Netz entsteht, welches sich continuirlich, ohne durch Spalten und Zellgewebsscheiden unterbrochen und in Läppchen getheilt zu sein, durch die ganze Leber erstreckt. Dieses Gallengefässnetz ist mit dem Blutgefässnetze so verstrickt, dass jedes die Zwischenräume erfüllt, die das andere übrig lässt, und dass sich beide von allen Seiten mit ihren Wänden berühren, ohne natürlich in einander überzugehen. Die Leberzellen sollen in den engsten Gallenkanälchen reihenweise mit einander verwachsen sein und Kanäle bilden, weil die Zwischenwände der an einander stossenden Zellen geschwunden sind. — *Krukenberg* nimmt ebenfalls ein, das capillare Blutgefässsystem der Leber durchstrickendes Gallengefässnetz an und glaubt, dass die Leberzellen innerhalb sehr zarter netzförmig geordneter Röhren (d. s. die feinsten Gallenkanälchen) lägen, deren Wände ihrer Feinheit halber unsichtbar seien. — *Theile* sagt: die Gallenkanälchen lassen sich mit Bestimmtheit nur bis zum Umfange der Leberläppchen verfolgen (*ductus interlobulares*); wie sie innerhalb derselben (als *rami lobulares*) sich verhalten, lässt sich nur vermuthen. Wahrscheinlich durchstrickt hier ein Gallengangnetz das Blutgefässnetz; ersteres besteht aber aus zweierlei Elementen, aus der äussern *membrana propria* und aus den von dieser umschlossenen Leberzellen. — *Backer* will die, die Leberzellen umschliessende, von *Krukenberg* und *Theile* nur hypothetisch angenommene *membrana propria* gesehen haben. — *Huschke* lässt, wie vorher schon berichtet wurde, die Gallenkanälchen aus den Leberzellen selbst entspringen. — *Henle* stellt unter seinen Hypothesen über die Anfänge der Gallenkanälchen auch die auf, dass die Leberzellen reihenweise verschmelzen könnten, so dass also Kanäle entständen, die mit den ausgebildeten Gallenkanälen zusammenhingen. *Müller* ist geneigt, dieser Hypothese beizutreten. Die Zellenreihen würden nach dieser Ansicht in fortwährender Genese begriffene Kanäle sein, nicht aber fertige Kanäle. — Nach *Gerlach* umspinnen die Gallenwege, nachdem sie durch fortgesetzte baumförmige Theilungen immer dünner geworden sind, die Peripherie der Leberläppchen netzförmig (als *ductus interlobulares*). Diese Interlobulargänge (von 0,008 — 0,012‴ Dm.) bestehen aus einer einfachen structurlosen Membran, auf welcher in der Längsrichtung einzelne longitudinale Kerne gelagert sind. Sie schicken, meist rechtwinkelig, zahlreiche Aestchen (von 0,002—0,004‴ Dm) in der Richtung gegen die Läppchen der Leber ab. Kaum von dem Stammgefässe abgegangen, treten diese Aestchen mit einander in Verbindung und es entsteht dadurch ein Netz, dessen freie Räume von eckiger Gestalt und 0,038 — 0,04‴ gross sind. Was das Verhalten der dasselbe constituirenden Gallengänge innerhalb der Leberläppchen betrifft, so fand *G.* dieselben immer zwischen den Leberzellen liegend, noch mit einer structurlosen Haut versehen, konnte sie jedoch nur eine kurze Strecke in die Leberläppchen hinein verfolgen. Sie hören alsdann entweder plötzlich, wie abgeschnitten auf, oder sie werden plötzlich weiter, in ihren Contouren unregelmässig und bilden ein Netz, welches sich bis zur Mitte des Läppchens erstreckt. Die Maschen dieses Netzes sind viel kleiner als die jenes Netzes, welches die Gallengänge an der Peripherie der Läppchen bilden; sie stimmen mit den Maschen des venösen Capillargefässnetzes des Läppchens überein und beide Netze durchstricken sich hier mit einander. Diese weiteren Gallenkanälchen des Läppchens besitzen keine eigenen Wände, sondern sind als feine, zwischen den Zellen gelegene Räume (Intercellulargänge) zu betrachten.

c. **Lebergefässe** (s. Bd. I. S. 707). Die Leber erhält hellrothes Blut durch die Leberarterie und dunkelrothes Blut (s. S. 468) durch die Pfortader (s. Bd. I. S. 418); beide Blutarten werden durch die Lebervenen aus der Leber wieder heraus in die untere Hohlader geschafft, und zwar nachdem das arterielle Blut durch Ernährung des Leberparenchyms venös geworden, und nachdem das Pfortaderblut durch Ausscheidung mehrerer unbrauchbarer (die Galle constituirender) Stoffe gereinigt worden ist. — Die Capillargefässe der Leber, welche aus den peripherischen oder Interlobularvenen der Pfortader ihren Ursprung nehmen und die Fortsetzungen

der von diesen Venen abgehenden *rami lobulares* sind, gehören nach *Gerlach* schon zu den weitern Haargefässen, denn ihr Dm. beträgt nicht leicht unter 0,004‴ und steigt bis über 0,005‴; sie haben sehr zarte structurlose Wände und bilden ein Netz, dessen Maschen (von 0,01 — 0,02‴ Dm.) bald länglich, bald viereckig oder rundlich sind. Dieses Netz befindet sich in den Läppchen, wird von den Anfängen der Gallenkanälchen durchstrickt und die Leberzellen liegen dicht an der äussern Seite der Wände der Capillaren an, so dass diese Zellen die Maschen des Netzes vollständig ausfüllen (etwa 4 — 7 Zellen kommen auf eine Masche). Nach *Weber* und *Krukenberg* zieht sich ein höchst enges und dichtes Haargefässnetz continuirlich, ohne alle Unterbrechung, durch die ganze Leber, so dass man sich dasselbe also nicht als ein auf gewissen Oberflächen ausgebreitetes, sondern als ein cubisches (nach allen Richtungen ausgedehntes) zu denken hat. Aus den Kanälen dieses Netzes sammeln die Lebervenen das Blut schnell wieder und führen es aus der Leber fort, so dass der Weg aus den kleinsten Aestchen der Pfortader bis zu den kleinsten Aestchen der Lebervenen durch dieses Haargefässnetz hindurch in gerader Linie etwa $^1/_6$ — $^1/_7$ P. L. beträgt. Die Zwischenräume dieses Netzes sind so eng, dass an den meisten Stellen nur Röhrchen darin Platz haben, die einen nicht viel grössern Dm. besitzen, als die Röhrchen der Haargefässe selbst (im Mittel $^1/_{130}$ — $^1/_{170}$ P. L.), und dieses sind die Gallenkanälchen. Nach *Gerlach* vereinigen sich die Capillaren eines Läppchens meist zuerst in 2 Stämmchen, welche jedoch sehr bald, und zwar etwa im Mittelpunkte des Läppchens, zu einem Aste zusammentreten, der nun in die Mitte des Läppchens zu liegen kommt (d. i. die *vena centralis s. venula intralobularis Kiernan's;* von 0,025 — 0,03‴ Dm.). Hat die Centralvene das Läppchen verlassen, so mündet sie alsbald in einen grössern Lebervenenast. Die Lebervenen haben in ihrem Verlaufe keine Klappen und anastomosiren auch nicht mit einander. Als der Pfortaderverzweigung eigenthümlich bemerkt *Gerlach*, dass die grössern Pfortaderäste, von denen mehrere peripherische (interlobuläre) Venen entspringen, auch Mittelpunkte bilden, um die sich eine gewisse Anzahl von Leberläppchen gruppirt. — Die **Leberarterie** verhält sich nach *Gerlach* zur Pfortader in ähnlicher Weise, wie die *artt. bronchiales* zu den *artt. pulmonales;* sie dient der Ernährung des Leberparenchyms. In ihren grössern Aesten schliesst sich die *art. hepatica* dem Verlaufe der Pfortader und Gallengänge an; ihre Endzweige verbreiten sich aber, als *rami vasculares (vasa vasorum)*, auf den Wänden der Gefässe und Gallengänge, oder sie gehen, als *rami serosi s. capsulares*, zur Oberfläche der Leber und verzweigen sich (sehr gewunden) in deren Hülle. Die Venen, welche aus dem Capillarnetze der Leberarterie hervorgehen, münden sämmtlich in meist kleinere Aeste der Pfortader (d. s. die Leberwurzeln der Pfortader nach *Theile*). Ob Capillaren der Leberarterie an der Bildung des inter- und intralobulären Haargefässnetzes Theil nehmen, ist noch unentschieden.

Hyrtl sagt vom Baue der Leber Folgendes: die Acini oder Lobuli existiren nicht als unabhängige Theilchen des Leberparenchyms, die in eine besondere isolirende Zellgewebhülle eingeschlossen sind. Die ganze Leber ist ein einziger grosser Acinus, in welchem die Blut- und Gallengefässe capillare Netze von fast gleichen Durchmessern bilden. Diese Masse genetzter Blut- und Gallengefässe wird durch zahlreiche Fortsetzungen der Glisson'schen Kapsel durchsetzt, welche Fortsetzungen jedoch niemals die ganze Lebermasse in aliquote, und wie die Acini anderer Drüsen von einander unabhängige Läppchen theilen. Die Stämmchen des Gallengefässnetzes liegen in den Lücken des Blutgefässnetzes; ein Netz ist durch das andere durchflochten und sie stehen beide in so inniger Berührung, dass keine Zwischenräume frei bleiben. — Das gesprenkelte, ungleich gefärbte Ansehen der Leber ist Folge der ungleichen Blutverbreitung in der Leber der Leiche, und fehlt an der lebenden Leber.

Retzius zog aus seinen Untersuchungen der Leber des Menschen und verschiedener Thiere folgende Resultate: 1) die Leber ist eigentlich lobulär, aber die lobuläre Form tritt in vielen verschiedenen Stufen, Entwickelungs- und Rückgangs-Stadien, mit Verschmelzungen der Lobuli im Vereine mit mehr oder minder regelmässiger Entwickelung der Lebervenenverzweigungen u. s. w. auf. Das, was am meisten für die Gegenwart des lobulären Typus spricht, ist die Beständigkeit der alveolären Gallenröhrennetze. 2) Die Gallengänge sind vollständige, mit eigenen Wänden versehene Röhren; die Wand wird von einer structurlosen Haut gebildet, welche die Leberzellen umschliesst. 3) In den *Glisson*'schen Scheiden existirt kein arterielles Netz. Diese Scheiden, welche einen Pfortaderzweig, einen Gallenröhren- und kleinen Leberpulsaderzweig

einschliessen, folgen den stamm- und zweigförmigen Fortsetzungen der Pfortader durch die ganze Leber bis dahin, wo diese Ader ihre perilobulären Zweige abgibt. In den Wänden dieser Scheiden bilden die Gallengänge ein Netz (Vaginalplexus), welches sich nachher in die lobulären Gallennetze fortsetzt. Von diesem Vaginalplexus aus Gallengängen gehen nun im Umkreise der *Glisson*'schen Scheiden Gallenröhrennetze nach allen Richtungen aus, welche durch die Capillarnetze hindurch gewebt sind, in die Lobi eindringen und solcherweise sowohl vaginale, perilobuläre und lobuläre Ausbreitungen bilden.

Die Bedeutung der Leber für die Bildung der Blutkörperchen der Embryonen gibt *Weber* so an: die Leber ist nicht blos ein Absonderungsorgan der Galle, sondern es werden auch in derselben aus dem Blute Materien abgesondert und angehäuft, aus denen sich daselbst (farblose und farbige) Blutkörperchen bilden, die von den Blutgefässen aufgenommen werden, wobei denn ein Residuum übrig zu bleiben scheint, welches die Galle constituirt und durch die grössern Gallengänge abgeleitet wird. In den letzten Tagen der Bebrütung des Hühnereies geht nämlich mit der Leber eine sehr auffallende Veränderung vor sich; während sie vorher eine braunrothe Farbe hatte, wird sie zur Zeit, wo der Dottersack durch den Nabel in der Bauch hineingezogen und der Dotter in kurzer Zeit grösstentheils resorbirt wird, in 1 oder 1½ Tage dottergelb. Wahrscheinlich ist es, dass der Dotter nicht durch den *ductus vitello-intestinalis* aus dem Dottersacke in den Darm und aus diesem durch die Gallengänge in die Leber gebracht wird, sondern dass die Blutgefässe des Dottersackes den Dotter resorbiren und ihn in der Leber in die Gallengänge durch einen Process der Secretion wieder absetzen. Gewiss ist es, dass die gelbe Farbe der Leber daher rührt, dass die Netze der kleinsten Gallenkanäle mit kleinen Kügelchen, die den Dotterkügelchen ähnlich, ganz erfüllt sind. Die in die Gallengänge abgesonderte Dottermaterie wird nun aber nicht in die Gallenblase und in den Darm abgeführt, sondern wird noch lange Zeit nach dem Auskriechen des Hühnchens in den Netzen der Gallengänge zurückgehalten und erleidet daselbst allmälig eine Veränderung, wodurch sich einerseits Blutkörperchen bilden, welche von den Blutgefässen aufgenommen werden, andererseits Galle entsteht, die durch die baumförmigen Gallengänge zur Gallenblase und zum Darme abgeleitet wird. Wo sich aber die Blutkörperchen bilden und wie sie in die Blutgefässe gelangen, konnte *Weber* noch nicht ergründen. — Es geht aus dieser Beobachtung hervor, dass ein Theil des Fettes zur Blutbildung, ein anderer mit zur Gallenbildung verwendet wird. — *Kölliker* findet es nicht sehr wahrscheinlich, dass beim reifen Hühnerembryo die Bildung der Galle in irgend einer directen Beziehung zu den von *Weber* beobachteten Erscheinungen steht, da man nicht blos am Ende der Fötalperiode, sondern auch schon früher Bildung der Blutkörperchen in der Leber wahrnimmt, zu einer Zeit, wo von Gallensecretion nicht die Rede sein kann. In Bezug auf die Bildungsstätte der Blutkörperchen in der Leber, dürfte dieselbe wohl nicht ausserhalb der Gefässe in die feinsten Gallengänge zu verlegen sein. Es steht der Annahme, dass ihre Entstehung in den Blutgefässen vor sich gehe, gar nichts entgegen; denn auch, wenn es sich ergeben sollte, dass die Leberzellen einen Stoff aus dem Blute bereiten, aus dem sich die Blutkörperchen bilden, so könnte dieser Stoff ebenso gut erst nach seiner Aufnahme in die Gefässe, als ausserhalb derselben seine Umwandlung erleiden.

Verdauung, *digestio*.

Die Verdauung, der erste Act aller der Processe, durch welche dem Organismus die zu seiner Erhaltung erforderlichen Materialien zugeführt und zu eigen gemacht werden, hat die Aufgabe, die zugeführten Nahrungsmittel theils auf mechanischem, theils und hauptsächlich auf chemischem Wege in **Chylus**, d. h. in diejenige Form überzuführen, in welcher sie zur Aufnahme ins Blut, den Herd alles vegetativen Lebens, geeignet sind, um dort theils zum Wiederersatz

der im Stoffwechsel untergegangenen Gewebstheile, theils zur Unterhaltung gewisser lebenswichtiger Processe verwendet zu werden. Sie begreift daher alle diejenigen Veränderungen in sich, welche die Nahrungsmittel von ihrer Aufnahme in die Mundhöhle bis zur Ausscheidung der Excremente zu durchlaufen haben. Man kann diese Vorgänge eintheilen in: 1) die Vorverdauung, welche die hauptsächlich mechanischen Vorgänge in der Mundhöhle, d. h. die Aufnahme, das Kauen, Einspeicheln und Hinabschlucken der Speisen in sich begreift; 2) die Magenverdauung oder Chymification, den wichtigsten Process, durch welchen vor Allem die wichtigsten Elemente der Nahrung, die stickstoffhaltigen eiweissartigen Stoffe, welche fast ausschliesslich zum Wiederersatz der verbrauchten organischen Materie bestimmt sind, gelöst und so resorptionsfähig gemacht werden; 3) die Dünndarmverdauung, durch welche die Fette und sogenannten Kohlenhydrate die erforderlichen Umwandlungen erleiden, und zwar theilweise durch das Secret der Darmwände selbst, vornämlich aber durch die in diesen Theil des Verdauungsapparates ergossenen Secrete der Leber und des Pancreas; 4) die Dickdarmverdauung oder Nachverdauung, durch welche nur noch die Metamorphosen der Kohlenhydrate, insbesondere des Amylum fortgesetzt werden. Im Wesentlichen erreicht der Digestionsprocess schon in den oberen Abschnitten des Darmtractus sein Ende. Aus den unverdaulichen und unverdaut gebliebenen Resten der Nutrimente, sowie aus den Zersetzungsproducten der Galle und Schleim werden im Dickdarm die eigenthümlichen Fäces gebildet, denen zuweilen auch noch ein Theil aufgelöster aber nicht resorbirter Stoffe beigemengt ist.

Unter Nahrungsmitteln sind nur diejenigen Stoffe der Aussenwelt zu verstehen, welche mittels des Verdauungsprocesses in die dem individuellen Organismus eigenthümlichen Substanzen überzugehen fähig sind und zu diesem Zwecke die Verwandlung in Chylus, Blut und parenchymatöse Bildungsflüssigkeit durchmachen müssen, die aber keine irgend bedeutende Menge solcher Stoffe enthalten dürfen, welche eine auffallende Veränderung in den Lebenserscheinungen bewirken. Manche rechnen zu den Nahrungsmitteln nur solche Substanzen, die, in einen lebenden Organismus gebracht, von diesem in ihren chemischen und mechanischen Moleculen so umgewandelt und umgestaltet werden, dass sie dadurch die Fähigkeit erlangen, die materiellen Substrate des belebten Körpers zu ersetzen, so dass demnach weder Stickstoff noch Kohlensäure, und selbst nicht der das Leben unterhaltende Sauerstoff und das zur Lebensbewegung unerlässliche Wasser zu den Nahrungsmitteln gehört. Eben so wenig gehören hierher die zum Bestehen des Organismus durchaus erforderlichen Mineralsubstanzen, da sie in hinlänglicher Menge mit den Vegetabilien und Animalien unserm Körper zugeführt werden. Alle unsere Nahrungsmittel müssen ohne Ausnahme organischen Ursprungs sein, entweder aus dem Thier- oder Pflanzenreiche, denn der thierische Organismus besitzt durchaus nicht, wie der pflanzliche, die Fähigkeit, aus rein anorganischen Substanzen organische Materien zu erzeugen oder gar Elemente in andere umzuwandeln. Ebenso vermag er wohl auch nicht, organische Substanzen in ihre Elemente zu zerlegen und sich aus diesen Elementen seine nähern wesentlichen Bestandtheile (s. S. 124) zu bilden, sondern er muss diese näheren Bestandtheile entweder schon als solche, oder als in ihrer Zusammensetzung diesen nahe verwandte in sich aufnehmen. *Lehmann* sagt: „das Thierreich kann sich nur aus bereits gebil-

deter organischer Materie seine Gewebe formen, und zwar so, dass dabei immer gewisse Atomengruppen in der allgemeinen vitalen Bewegung unverändert bleiben; meist erstreckt sich die dem organischen Stoffe im Thierkörper mitgetheilte Bewegung nur auf eine Veränderung in der Lage und Cohäsion der mechanischen Molecule; es entsteht die grosse Anzahl polymorpher Körper, die wir in festen und flüssigen thierischen Theilen finden; doch zuweilen erstreckt sich der Impuls der Bewegung auch auf die chemischen Molecule; hierbei wird aber der ganze Atomencomplex nicht aufgehoben, sondern die chemischen Molecule nehmen nur eine andere gegenseitige Lage an; es entstehen Körper mit derselben Anzahl von Elementaratomen, in denen aber nicht blos die physischen, sondern auch die chemischen Eigenschaften verändert sind; es kommen mit einem Worte isomere und polymere Körper (s. S. 26) vor, die sich als solche zwar nicht im Pflanzenreiche finden, die aber denen des Pflanzenreichs ihrer procentischen Zusammensetzung nach nahe verwandt sind.“ Neuere Untersuchungen haben auch erwiesen, dass die nähern Bestandtheile der Pflanzen (Fibrin, Albumin, Casein, Leim und Fett) ihren organischen Elementen nach ziemlich gleich mit den gleichnamigen thierischen zusammengesetzt sind (s. S. 50) und dass also der Organismus der Pflanzenfresser nur die Cohäsion der Atomenconglomerate dieser Substanzen etwas zu modificiren braucht, um seine eigenen nähern Bestandtheile zu haben.

Hiernach würde *Prout's* Eintheilung der Nahrungsmittel in eiweissartige, fettige und zuckerartige die naturgemässeste sein, da sich im Thierkörper selbst die Stoffe (Protein, leimgebende Materie, Fett und Milchsäure) leicht wieder erkennen lassen, welche durch geringe Modificationen aus den einzelnen Klassen dieser Nahrungsmittel hervorgegangen sind. Die Ernährung der Fleischfresser ist natürlich am einfachsten, da sie von Blut und Fleisch leben, welches identisch in allen seinen Eigenschaften mit ihrem eigenen Blute und Fleische ist. — *Liebig* theilt die Nahrungsmittel des Menschen *a)* in stickstoffhaltige, welche die Fähigkeit besitzen, in Blut und in die Substanz der Organe überzugehen (deshalb auch plastische Nahrungsmittel genannt), wie: Fleisch und Blut, Pflanzenfibrin (besonders in dem Samen der Cerealien), Pflanzenalbumin (vorzüglich im Safte von Gemüspflanzen und Wurzeln) und Pflanzencasein (hauptsächlich in Erbsen, Linsen und Bohnen); und *b)* in stickstofffreie oder Respirations-Nahrungsmittel, welche nicht in Blut überzugehen vermögen und im normalen Zustande der Gesundheit zur Unterhaltung des Respirationsprocesses dienen, insofern ihr Ueberschuss an Kohlenstoff, oder an Kohlen- und Wasserstoff zur Hervorbringung der Kohlensäure und des Wassers, so auch zur Wärmebildung und zum Widerstande gegen die äussere Einwirkung des Sauerstoffs verwendet wird. Zu diesen Mitteln gehören: Fett, Amylon, Gummi, die Zuckerarten, Pectin, Bassorin u. s. w., Wein, Bier, Branntwein. Werden diese Nahrungsmittel in zu grosser Quantität eingeführt, so vermag der eingeathmete Sauerstoff den Kohlenstoff derselben nicht zu verwandeln und dieser wird nun als Fett unter Wärmeentwickelung abgelagert. Die Erzeugung von Fett beruht stets auf einem Mangel an Sauerstoff, allein in der Fettbildung selbst öffnet sich dem Organismus eine Quelle von Sauerstoff. Dieser in Folge der Fettbildung frei werdende Sauerstoff tritt dann aus dem Körper als eine Kohlenstoff- oder Wasserstoffverbindung aus.

Bei der Auswahl der Nahrung leitete ursprünglich der Instinct das Menschengeschlecht, und zwar wunderbar richtig; er liess demselben gerade die Naturkörper zur Nahrung wählen, welche die zum Ersatz des Verbrauchten erforderlichen Elemente in zweckmässiger Verbindung enthalten. Die Wissenschaft verlangt nun aber eine klare Einsicht in die Beziehungen zwischen Nahrung und Ernährung. Zuvörderst muss man sich deshalb erinnern, welche Materien bei der Stoffmetamorphose concurriren, welche Stoffe den Körper, und vorzugsweise das Blut, zusammensetzen. Sodann ist aber die genaue Kenntniss von der Zusammensetzung der Nahrungsmittel, von dem Reichthume ihres wirklichen Nahrungsstoffes und von ihrer Auflöslichkeit in den Verdauungssäften, durchaus erforderlich. Im Allgemeinen wird man finden, dass jene den Körper bildenden Stoffe, ebenso wie die bisher gebräuchlichen und überhaupt auch zweckmässigen Nahrungsmittel 4 wesentliche Bestandtheile enthalten, nämlich: stickstoffhaltige Substanzen, stickstofflose Substanzen, anorganische Substanzen und Wasser. Die Blutbestandtheile z. B. sind theils anorganische, von denen die wesentlichsten Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff, Chlornatrium und Chlorkalium, phosphorsaures und kohlensaures Natron, phosphorsaurer Kalk und Eisen sind; theils organische, welche zunächst in eiweissartige (Albumin, Fibrin, Casein und Globulin) und fettige Körper zer-

fallen; letztere bestehen zum grossen Theil aus freien Fettsäuren, theilweise sind sie an Alkalien gebunden, einige derselben sind stickstofflos (wie die Margarinsäure, Oelsäure, vielleicht die Milch- und Buttersäure und das indifferente Cholesterin), andere stickstoffhaltig (wie das Serolin, ein phosphorhaltiges krystallinisches, den Hirnfetten ähnliches Fett). Gleichsam einen Anhang der eiweissähnlichen Stoffe des Blutes bildet das Hämatin, und zwar wegen seiner physiologischen Bedeutung und seiner physikalischen Verbindung mit dem Globulin. Ausser den genannten Stoffen finden sich ferner im Blute noch: Extractivstoffe, Harnstoff, Zucker, Gallenstoff (Taurocholsäure, Bilin), Gallen- und Harn-Farbstoff (?). Die Speisen, mögen sie gemischt oder einfach sein, immer lassen sie sich selbst oder jeder ihrer Bestandtheile, wie die Blutbestandtheile, in anorganische, albuminöse und fettige (oder in stickstoffhaltige und stickstofflose) theilen. Von den anorganischen Stoffen wird in der Regel nur das Kochsalz in einfacher Form genossen, die übrigen anorganischen Substanzen (die kohlensauren und phosphorsauren Alkalien, die Kalk- und Magnesiasalze, Eisen und Schwefel) finden sich in den meisten Vegetabilien und besonders in den Fleischarten, die wir als Nahrung geniessen. Chlorkalium kommt vorzugsweise in vegetabilischen Speisen vor; das Eisen, obschon in Pflanzen, dürfte unserm Körper doch wohl durch den Cruor der thierischen Kost zugeführt werden. Die organischen albuminösen Nahrungsmittel finden sich reichlich in den Getreidearten, aus welchen das Brod bereitet wird, und im Fleische, spärlicher in den Kräutern. Im Pflanzenreiche sind es das sogenannte Albumin, der Kleber (coagulirtes Pflanzeneiweiss), der Pflanzenleim und das Legumin, die in ihrer Zusammensetzung ziemlich mit den Eiweisskörpern des Thierreichs übereinstimmen. Organische fette Nahrungsstoffe nehmen wir sofort als Fette (mit dem Fleische, als Butter, in ölhaltigen Samen) oder als stärkemehlhaltige Stoffe (Amylon, Dextrin, Zucker, Pectin und Cellulose) in unsern Körper auf. Die chemischen Veränderungen, welche die genannten Speisen bei der Verdauung erleiden, lassen sich vorzugsweise auf die Verwandlung des Stärkemehls in Dextrin und Zucker, der stärkemehlartigen Körper in Fette, eines bestimmten Fettes in ein specifisch verschiedenes, sowie des einen eiweissartigen Körpers in den andern zurückführen. Damit aber der Uebergang der umgewandelten Nahrungsstoffe in das Blut stattfinden könne, ist vor allen Dingen die physikalische Verflüssigung derselben nothwendig. Der Process, durch welchen die Nahrungsmittel in die Hauptbestandtheile des Blutes verwandelt werden, ist in Kürze (nach *Moleschott*) folgender: die Verwandlung des Stärkemehls in Dextrin und Zucker bewirken der Speichel und der pancreatische Saft; die Verwandlung des Zuckers in Fett kann höchst wahrscheinlich dem Darmschleime und Bauchspeichel zugeschrieben werden; der Fettbildung geht aber die durch Magensaft und Galle eingeleitete milchsaure Gährung vorher. Auf die Fette selbst haben der Speichel und Magensaft so gut wie keine Einwirkung, ihre Verflüssigung und die Verwandlung des einen Fettes in das andere ist von dem Bauchspeichel, dem kohlensauren Natron der Galle und dem Darmschleime abhängig. Die Lösung der eiweissartigen Körper vermittelt vor allen der Magensaft, sie wird aber weiter geführt durch die Galle, welche zumal den Käsestoff angreift, durch den sauren Schleim des Dünndarms und Blinddarms, sowie endlich durch das Alkali des Dickdarms. Bis zum Uebertritte der verflüssigten Nahrungsmittel in den Chylus ist also jedenfalls das Stärkemehl in lösliches Dextrin oder löslichen Zucker verwandelt, die geronnenen Eiweisskörper sind in lösliches, vielleicht noch nicht differenzirtes Eiweiss übergeführt, und das Fett muss im Darmkanale verflüssigt (verseift) sein. Im Chylus selbst verwandelt sich das lösliche Eiweiss zum Theil in Faserstoff (indem es, wahrscheinlich durch Oxydation und Bildung schwefelsaurer Salze, einen kleinen Theil seines Schwefels verliert) und die complexen stickstoffhaltigen Verbindungen leiten bereits die Hämatinbildung ein; vielleicht geht auch hier das eine Fett in das andere über.

Im Allgemeinen lässt sich nach *Frerichs* von der Nahrung nur so viel sagen, dass sie im Stande sein muss, alle Ausgaben des thierischen Haushaltes zu decken und in der Jugend wenigstens die Materialien zum Wachsthume zu liefern. Die Bedingungen, an welche diese Forderung geknüpft ist, sind folgende. 1) Die Ingesta müssen alle Elemente enthalten, welche im Organismus, zu dessen Unterhaltung sie verwendet werden, vorkommen. Derselbe ist nicht befähigt, sich Elemente zu schaffen oder eines derselben in ein anderes umzuwandeln. Ausser den die organischen Materien constituirenden 4 Elementen nebst Schwefel und Phosphor sind erforderlich: als Basen Natron, Kali, Kalkerde, Magnesia und Eisen, als Säuren Chlor und Phosphorsäure. Alle Nahrungsmittel, denen der eine oder der andere dieser Stoffe abgeht, können für sich allein das Leben für die Dauer nicht erhalten. Da nun, ausser der Milch, kein Nahrungsmittel alle diese Stoffe enthält, so muss mit den Speisen gewechselt und es müssen mehrere mit einander verbunden werden. 2) Die Elemente der organischen Nahrungsstoffe müssen in einer Weise vereinigt sein, welche der chemischen Constitution der thierischen Materie analog ist. Die Elemente dürfen zunächst nicht im isolirten Zustande dargeboten werden, wenn sie in die Zusammensetzung des Organismus eingehen sollen. Ebenso wenig wie die isolirten Elemente können die einfachen binären Verbindungen derselben zur Nutrition dienen. Um für den thierischen Leib assimilationsfähig zu sein, ist es durchaus unerlässlich, dass die Elemente in bestimmten lockeren, den Zwecken des Lebensprocesses sich anpassenden Verbindungen dargeboten werden. Im Allgemeinen sind als Nutrimente nur die sogenannten indifferenten Stoffe verwendbar. Diejenigen dagegen, in welchen die Elemente zu einer bestimmt charakteristischen chemischen Verbindung basischer oder saurer Natur vereinigt sind, können in der Regel nicht als Nahrungsstoffe dienen. 3) Es sind nur die Stoffe zur Nutrition tauglich, welche den Auflösungsmitteln der Digestionsorgane zugängig sind. Es hängt dies von der chemischen Zusammensetzung dieser Stoffe ab; dass die mechanischen Verhältnisse den Zutritt der Verdauungsflüssigkeiten gestatten müssen, versteht sich von selbst. — Am besten theilt man die Nahrungsstoffe in anorganische: Wasser und Salze (Alkalien, Erden, Metalle); und in organische: stickstoffhaltige eiweissartige Körper (Gelatine) und stickstofflose (Fette, Kohlenhydrate; Pectin).

A. Anorganische Nahrungsstoffe.

a. **Wasser**, die erste Bedingung alles organischen Lebens, muss der Körper stets in grosser Menge zugeführt bekommen, da er fortwährend (in Folge verschiedener Umstände allerdings in wechselnder Quantität) Wasser durch die Verdunstung und Secretion verliert, und eine bestimmte Concentration der Säfte und Durchfeuchtung der animalischen Substanzen Grundbedingungen aller organischen Vorgänge sind. Das Wasser geniessen wir niemals vollkommen rein, sondern immer nach dem Orte seines Vorkommens mit mehr oder weniger anorganischen und Spuren von organischen Stoffen geschwängert, als Getränk, wie es die Natur darbietet (Trinkwasser: Regen-, Quell-, Brunnen-, Fluss- und Landsee-Wasser), oder verbunden mit andern Substanzen. Es macht die Grundlage aller Getränke aus und findet sich auch in festen Nahrungsmitteln in sehr grosser Menge. Die meisten Nahrungsmittel enthalten beinahe $\frac{3}{4}$—$\frac{4}{5}$ Theile Wasser und nur $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{5}$ feste Substanz. Das Minimum des Wassergehaltes (5 pr. C.) fand *Braconnot* im Reis, sowie sich denn ausser den einfachen Nahrungsstoffen vorzugsweise die Früchte der Cerealien und Leguminosen durch einen geringen Wassergehalt auszeichnen. Viel Wasser (gegen 90 pr. C.) findet sich dagegen in Zwibeln und in der Eselsmilch. Das Trinkwasser enthält Gase, Chlorüre und Salze gelöst, und zeigt durch die quantitativ und qualitativ verschiedenen Beimischungen Unterschiede in Geschmack, Farbe und Lösungskraft. In letzterer Hinsicht gilt im Allgemeinen das Gesetz, dass das Wasser von irgend einer Substanz um so weniger zu lösen vermag, je mehr es von dieser oder einer andern bereits in Lösung enthält (daher die Schwerlöslichkeit der Seifen in salzreichem Wasser). Das reinste (und sauerstoffreichste) Wasser ist das Regenwasser; es enthält jedoch immer ein ansehnliches Quantum atmosphärischer Luft und Kohlensäure, ausserdem meistens noch Chlorcalcium, sowie kohlensaure und schwefelsaure Kalkerde, auch salpetersaures Ammoniak, salpetersauren Kalk und eine Spur von Schwefelwasserstoff. Das Schneewasser gleicht dem Regenwasser, nur ist es arm an Gasen und Salzen. Das Quellwasser ist reicher an organischen und unorganischen Beimischungen, verschieden nach der geognostischen Beschaffenheit der Erdschichten, durch die es dringt. Am gewöhnlichsten trifft man Chlornatrium, Chlorkalium und kohlensaure Salze des Natrons und des Kalks nebst etwas Kieselerde, sodann auch schwefelsaure Alkalien,

schwefelsauren Kalk u. s. w. Das Quellwasser ist ursprünglich Regenwasser, was durch die Erde filtrirt ist, aber an irgend einer abhängigen Stelle auf festem Grunde sich zu einem Strahl ansammelt und so an der Oberfläche wieder zum Vorschein kommt. Das Flusswasser, welches aus einer Vereinigung von Quell- und Regenwasser besteht, enthält ausserdem noch organische in Zersetzung begriffene Substanzen und aufgeschwemmte Theile des Flussbettes verschiedener Art. Das Brunnenwasser hat grosse Aehnlichkeit mit dem Quellwasser; es enthält aber, weil es in der Regel langsam durch die Erde filtrirt ist, eine beträchtlichere Menge von Erdverbindungen (vorzugsweise Verbindungen des Kalks mit Kohlensäure und Schwefelsäure) und zwar um so mehr, je kohlensäurereicher es ist. Das Wasser der Landseen und Sümpfe theilt im Allgemeinen die Eigenschaften des Regen-, Quell- und Flusswassers; weil es aber steht, so begünstigt es die Entwickelung organischer Wesen (Converfen, Infusorien, Larven von Insecten u. s. w.). Der Luftgehalt des Wassers, welcher durch Kochen ausgetrieben wird, beträgt je nach dem Zustande der Witterung $\frac{1}{30}$—$\frac{1}{20}$ vom Volumen des Wassers; diese Luft besteht aus denselben Elementen, wie die atmosphärische, nur ist sie, weil der Sauerstoff in Wasser löslicher ist als der Stickstoff, weit sauerstoffreicher, als diese (der Sauertsoffgehalt beträgt 32—40 pr. C.; vorzugsweise im Regenwasser). Die festen, meist mineralischen Gemengtheile des Trinkwassers, für den Nutritionsprocess nicht unwichtig, zeigen, wie schon gesagt wurde, eine grosse Mannichfaltigkeit und sind vorzugsweise: kohlensaurer, schwefelsaurer und salpetersaurer Kalk, Kieselerde, kohlensaure und schwefelsaure Magnesia, Chlorcalcium, Chlormagnesium und Chlornatrium. Die Menge der Kalksalze (welche sich beim Kochen als sogen. Kesselstein an die Wände der Gefässe ablagern) bedingt die Härte des Wassers (vorzugsweise also des Brunnenwassers, sowie die Schwerlöslichkeit organischer Stoffe in solchem Wasser und das sogenannte Gerinnen der Seife (indem die fette Säure in unlöslicher Form mit dem Kalk ausgefällt wird, während sich die Säure des Kalksalzes mit dem Alkali der Seife verbindet). Dass Hülsenfrüchte, in Brunnenwasser gekocht, hart werden, liegt daran, dass sich das Legumin mit den Kalksalzen zu einer festen Gerinnung vereinigt.

b. **Salze**, welche für die Erhaltung des Lebensprocesses unerlässlich, sind Alkalien und Erden. Die ersteren gehen nur in untergeordneter Menge in die Formbestandtheile des Organismus ein, sie finden sich hauptsächlich in den Herden des Stoffwandels, den Säften, dem Blute, der Parenchymflüssigkeit und den Secreten, und greifen thätig in die Umsetzungsprocesse ein. Die Erden sind dagegen für die Constitution der Formbestandtheile unentbehrlich.

1) Von den **Alkalien** begegnen wir Natron und Kali gebunden an Chlor und Phosphorsäure, fast in allen Körpertheilen, besonders in den flüssigen. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass Chlornatrium und phosphorsaures Alkali überall gleichzeitig vorkommen, das erstere jedoch immer vorwiegend; im Blute wiegt das Natron bedeutend vor, in der Flüssigkeit des Fleisches das Kali. — Das phosphorsaure Alkali scheint als Lösungsmittel vieler organischer (besonders eiweissartiger) Stoffe zu dienen, jedoch lässt sich mit Sicherheit dessen Wirksamkeit noch nicht angeben, da man nach *Rose* noch gar nicht einmal entscheiden kann, ob die Alkaliphosphate als solche (als basische Salze) oder vielmehr als kohlensaure oder organischsaure Alkalien präformirt in der organischen Substanz enthalten sind. Sollten weitere Forschungen das reichlichere Vorkommen dieser Phosphate in einzelnen thierischen Säften und bei gewissen Processen mit Sicherheit darthun, dann dürfte ihre Verwendung beim Stoffwechsel ganz erklärlich sein. Die Zufuhr dieser Alkalien kann ebensowohl durch die vegetabilischen wie animalischen Nahrungsmittel geschehen; auch können sie sich bei der thierischen Stoffmetamorphose durch Oxydation der phosphorhaltigen organischen Stoffe oder Radicale bilden. Das phosphorsaure Natron findet sich in weit grösserer Menge im Fleische (besonders wenn es mit Blut durchtränkt ist), als in den Pflanzen, da nur die in der Nähe des Meeres wachsenden dieses Natronsalz enthalten, während die übrigen reich an phosphorsaurem Kali sind. — Das Chlornatrium ist von den anorganischen Stoffen des Blutes nach dem Wasser am reichlichsten im Körper vorhanden; welche Rolle es aber im lebenden Organismus spielt, ist noch nicht genau ergründet. Es scheint im Blute in Verbindung mit dem Eiweiss das Zerfliessen der Blutkörperchenhülle zu verhindern, die Auflösung der eiweissartigen Körper, insbesondere des Faserstoffs, zu befördern, und die ergiebigste Quelle des Natrons zu sein, einer Base, welche für die Constitution vieler animalischen Stoffe unersetzlich ist; wahrscheinlich macht es die Bildung des phosphorsauren Natrons durch gegenseitige Zersetzung des Chlornatrium und phosphorsauren Kali möglich. Nach *Hofmann* soll es die Oxydationsfähigkeit der Blutbestandtheile erhöhen, überhaupt bei der Blutmetamorphose einen chemischen Dienst verrichten. Die Wichtigkeit des Kochsalzes für die thierische Stoffmetamorphose leuchtet schon daraus hervor, dass es, abgesehen davon, dass es unter den löslichen Aschentheilen aller thierischen Substanzen immer den grössten Theil ausmacht, auch gleich andern wichtigen Bestandtheilen des thierischen Organismus an eine ziemlich bestimmte Zahl gebunden ist. (Die Menge des Chlornatriums im normalen menschlichen Blute verhält sich zu der der übrigen löslichen Mineralsalze ziemlich genau = 3 : 1 bis 2,4 : 1.) Die Secrete, in denen sich viel Chlornatrium befindet, sind der Speichel und Magensaft, Schleim und Eiter; vielleicht befördert also das Kochsalz die Auflösung und Umwandlung der Nahrungsmittel, oder es trägt wenigstens, wie *Lehmann* glaubt, dazu bei, abnorme Zersetzungen und Metamorphosen der Nutrimente zu verhindern; vielleicht regt es auch die Absonderung und Bewegung des Magens an und unterstützt dadurch die Verdauung. Auch scheint es bei der Zellenbildung zu concurriren; die Blutkörperchen sollen durch vermehrte Kochsalzzufuhr an Menge beträchtlich zunehmen. Das Chlornatrium ist so allgemein in der Natur verbreitet, dass schon mit dem einfachsten und gewöhnlichsten Nahrungsmittel, selbst mit dem Wasser, dem Organismus die nöthige Quantität zugeführt wird. Es ist ausser dem Wasser eigentlich die einzige anorganische Substanz, die wir unvermischt (aber nur annähernd, da das Kochsalz immer noch Spuren von Chlorkalk, Chlormagnesium und schwefelsaure Verbindungen dieser Erden enthält), in der Gestalt eines einfachen Nah-

rungsstoffes, allerdings als Zusatz zu anderen Speisen, geniessen. Vorzugsweise ist es die animalische Nahrung (besonders bluthaltige, knorpelige), welche viel Kochsalz enthält, während die vegetabilischen Nahrungsmittel arm daran sind.

2) **Erden** und **Metalle.** Von diesen Verbindungen sind für das Bestehen des Organismus die phosphorsaure Kalk- und Talkerde, sowie das Eisenoxyd unerlässlich; das Fluorcalcium (in Spuren neben den Erdphosphaten) und die Kieselerde (mit manchen Vegetabilien eingeführt) sind von untergeordneter Bedeutung (Blei, Kupfer und Mangan sind nur zufällige Bestandtheile). — Die **phosphorsaure Kalk- und Talkerde** kommen fast stets in Gemeinschaft mit einander vor und finden sich in allen organischen Formbestandtheilen in grösserer oder geringerer Menge, in der Regel an organische, besonders eiweissartige Stoffe, gebunden (mit Ausnahme der Knochen und des Harns). In den meisten Fällen ist die Kalkerde vorwiegend, in der Fleischflüssigkeit dagegen die Magnesia. Es scheinen diese Erdphosphate für die Bildung und Fortentwickelung der Zellen von grosser Bedeutung zu sein, denn überall, wo eine energische Zellenbildung sich wahrnehmen lässt, findet man sie in grosser Menge und umgekehrt. Der Verbrauch dieser Stoffe verhält sich im Allgemeinen proportional dem Wechsel der organischen Substanz; sie werden in demselben Maasse durch die Nieren ausgeschieden, in welchem die organischen Stoffe, mit denen sie verbunden waren, metamorphosirt werden. Die Zufuhr der Erden wird durch die meisten unserer Nahrungsstoffe vermittelt; es gibt deren kaum, die sie nicht enthielten. In der thierischen Nahrung (besonders in den Knochen und der Milch) herrscht im Allgemeinen der phosphorsaure Kalk, in der pflanzlichen (besonders im Pflanzeneiweiss, Legumin und Pflanzenleim; in den Samen der Cerealien) die phosphorsaure Magnesia vor; die Summe beider Phosphate ist, wenn man von den Knochen absieht, in vielen pflanzlichen Nahrungmitteln (Reis, Gerste, Weizen, Roggen) grösser als in den thierischen. Gelöst kann phosphorsaurer Kalk in Milchsäure, in kohlensäurereichen Flüssigkeiten, in eiweisshaltigen und kochsalzhaltigen Lösungen in den Körper geschafft werden. Doch ist seine Aufnahme an bestimmte Bedingungen geknüpft (s. später), weshalb immer nur ein geringer Theil davon aufgenommen und der grösste mit den Excrementen entfernt wird. Es scheint sich übrigens der phosphorsaure Kalk im Körper auch aus dem kohlensauren hervorbilden zu können. — Das **Eisen** ist als ein integrirender Theil des Hämatins für die Blutbereitung ein unersetzlicher Stoff. Es findet sich im Blute höchst wahrscheinlich zum grössten Theil in nicht oxydirtem Zustande, im Magensafte als Chlorür und in andern Flüssigkeiten als phosphorsaures Salz. Ueber die speciellen Dienste, welche das Eisen in der thierischen Oeconomie leistet, sind wir noch völlig im Dunkeln. Die flüssigen wie die festen Nahrungsmittel enthalten so viel Eisen, dass immer noch ein Theil desselben mit den festen Excrementen abgeht. In der reichlichsten Menge findet es sich in den animalischen Nahrungsmitteln (Milch, Ei, Cruor), weniger und nur als phosphorsaures Eisen in den vegetabilischen.

B. Organische Nahrungsstoffe.

Sie sind entweder stickstoffhaltige (d. s. die eiweissartigen Körper) oder stickstofflose (d. s. fette Körper und Kohlenhydrate); sie finden sich in grosser Verbreitung im ganzen Pflanzen- und Thierreiche.

a. **Eiweissartige Körper, Proteinstoffe** (Blutbilder, Hämato- oder Histogeneten), welche zum grössten Theile das Blut (besonders das Plasma) und Blastem bilden, sind vorzugsweise bei der Nutrition betheiligt und gehen theils in unveränderter, theils in metamorphosirter Form in die Zusammensetzung aller bei der Lebensthätigkeit direct betheiligter Organe ein. Sie sind stickstoff- und schwefelhaltig, kommen stets in Begleitung von Fetten, Alkalien und Kalksalzen vor, und finden sich nicht blos im Thierreiche, sondern auch im Pflanzenreiche, wo sie mit sehr geringem Unterschiede fast ganz dieselbe Zusammensetzung, sowie dieselben Eigenschaften wie im Thierreiche besitzen. Die **vegetabilischen Proteinstoffe** sind folgende: 1) das **lösliche Pflanzeneiweiss**, kommt am häufigsten vor, da es sich in allen Pflanzensäften, vorzugsweise aber in den Samen der Cerealien, findet; 2) der **Kleber** (coagulirtes Eiweiss, Pflanzenfibrin nach *Liebig*), tritt neben löslichem Eiweiss in grosser Menge in den Samen der Cerealien und Leguminosen auf, und ist immer mit Cellulose verunreinigt; 3) der **Pflanzenleim** ist stets mit dem Kleber verbunden und unterscheidet sich von diesem nur durch seine Löslichkeit in Alkohol; 4) das **Legumin** (Pflanzencasein), in den Samen der Leguminosen. Zu den **thierischen Proteinstoffen** gehören folgende Materien: 1) **Eiweiss**, Albumin, das sogenannte Serumeiweiss, welches sich fast in allen Geweben des thierischen Körpers und in allen denjenigen thierischen Flüssigkeiten, welche zur Ernährung dienen, findet, enthält etwas mehr Schwefel als das Pflanzen- und etwas weniger als das Hühner-Eiweiss; 2) **Faserstoff**, Fibrin, welcher etwas mehr Sauerstoff und weniger Kohlen- und Stickstoff als das Eiweiss enthält, kommt hauptsächlich in dem Blute, der Lymphe und dem Chylus vor; der Faserstoff der Muskeln ist keineswegs vollkommen identisch mit dem spontan geronnenen Fibrin; 3) **Globulin**, im Blute und in der Krystalllinse, steht in seinem Schwefelgehalte dem Faserstoffe, im Uebrigen dem Eiweissstoff nahe; 4) der **Käsestoff**, **Casein**, findet sich in sehr geringer Menge im Blute; als Nahrungsstoff ist nur sein Vorkommen in der Milch der Säugethiere zu berücksichtigen; 5) **Vitellin**, im Dotter der Vögeleier, ist ein dem Eiereiweiss ganz ähnlicher eiweissartiger Körper, welcher ausser Schwefel den Phosphor in der Form von phosphorsaurem Kalk enthalten soll. Als Modification des Eiweissstoffes ist die **Gelatine** (Glutin, Gallerte, Leim) zu betrachten; sie ist nach Einigen ebenfalls ein histogenetischer Nahrungsstoff, nach Andern erleidet sie aber nur dieselbe Verwendung, wie die überschüssig eingeführten Proteinstoffe, sie gibt nämlich den grössern Theil ihres Kohlenstoffes und Wasserstoffes für die Zwecke der Respiration ab, während ihr Stickstoff in Form von Harnstoff austritt. Hiernach hätte die Gelatine nur die untergeordnete Bedeutung eines Respirationsmittels, könnte einen Theil der stickstofflosen Nahrungsstoffe der Kohlenhydrate und Fette vertreten, niemals aber die bei weitem wichtigeren eiweissartigen Verbindungen ersetzen.

b. **Fette Körper** und **Kohlenhydrate**, sind stickstofflos und dienen theils zum Ersatze der thierischen Materie, theils der Respiration. Für die Verwendung der Kohlenhydrate im thierischen Körper gibt es drei Möglichkeiten: *α*) sie werden nach ihrem Uebergange ins Blut sofort durch den mittels der respiratorischen Bewegungen zugeführten Sauerstoff oxydirt und in Form von Kohlensäure und Wasser wieder ausgeschieden; *β*) sie verwandeln sich in Fette und finden wie diese ihre Verwendung; *γ*) sie vereinigen sich mit stickstoffreichen Producten des Stoffwandels zu eiweissartigen Verbindungen und werden als solche verwandt. Thatsachen sprechen gegen die letztere, wohl aber für die beiden ersteren Verwendungsarten. Die Kohlenhydrate haben im lebenden Organismus keinen Repräsentanten; jedoch ist ihre Zufuhr als Nahrung sehr beträchtlich, da sie die Grundlage der meisten Formbestandtheile in den Pflanzen bilden und deshalb in allen vegetabilischen Nahrungsmitteln sich Vertreter dieser Stoffe vorfinden. Zu ihnen gehört: die Stärke, der Zucker, die Cellulose, das Gummi, der Pflanzenschleim und wahrscheinlich das Pectin, sowie der Alkohol. Auch in der Milch finden sich die Kohlenhydrate und zwar durch den Milchzucker vertreten. 1) Die Stärke, Amylum, welche sich in Gestalt von runden, ovalen oder eckigen, aus concentrischen Schichten zusammengesetzten Kügelchen (die mit einer dichten Hülle umgeben sind, welche beim Kochen zersprengt) im Innern der Pflanzenzelle findet, ist ausserordentlich verbreitet in fast allen zur Nahrung verwendbaren Vegetabilien, vorzüglich in den Wurzelknoten (Kartoffeln), sodann im Samen der Getreidearten, der Hülsenfrüchte, in vielen Wurzeln, im Stamm mancher Palmen u. s. w.; Sago, Cassava, Arrowroot bestehen der Hauptsache nach aus Stärke. Dem Amylum ganz ähnlich (nur ohne geschichteten körnigen Bau und durch kaltes Wasser auszuziehen) ist die Moosstärke (in Flechten, besonders im isländischen Moos); die stärkemehlhaltige Faser, nicht im kalten Wasser löslich, ähnelt schon mehr der Cellulose und findet sich ebenfalls in Flechten und ganz vorzüglich in den Kartoffeln. Das Inulin macht den Uebergang vom Stärkemehl zum Zucker, wird aber wenig (vielleicht in der Wurzel von *Leontodon taraxacum*) als Nahrungsstoff gebraucht. 2) Die Cellulose, noch weiter verbreitet als die Stärke, da sie als Grundlage der Zellenwände in allen Pflanzentheilen vorkommt, ist nur von jugendlichen Pflanzentheilen als (ein der stärkemehlartigen Faser ähnlicher) Nahrungsstoff zu verwenden; in ältern Zellen ist sie von sogenannten incrustirenden Stoffen besetzt und durchdrungen und wird dadurch schwerlöslich. Die Stoffe, welche man früher Fungin, Medullin, Lichenin nannte, sind nichts Anderes, als Cellulose. 3) Der Zucker kommt als Nahrungsstoff in 3 Arten, als Milchzucker, Rohrzucker und Traubenzucker vor, denn der Fruchtzucker (Schleimzucker, Glucose) scheint eine Modification des Traubenzuckers zu sein. Der Rohrzucker, welcher sich durch Einwirkung von Säuren und Hefe, sowie unter dem Einflusse vieler stickstoffhaltiger, in Umsetzung begriffener Materien (im Magen und Darme) sehr leicht in Traubenzucker verwandelt, findet sich vorzugsweise im Zuckerrohre, nie in sauren Pflanzensäften. Der Traubenzucker (mit Krümelzucker und Harnzucker identisch), welcher bei der Gegenwart eines stickstoffhaltigen Ferments in alkoholische Gährung übergeht, sich aber oft auch unter dem Einflusse eiweissartiger Stoffe (des Caseins, der Galle) in Milchsäure und nachträglich in Buttersäure verwandelt, kommt in sehr vielen, zumal sauren Pflanzensäften vor, vorzüglich aber in reifen Früchten und den Nectarien der Blüthen. Der Saft, der aus solchen Früchten (Pflaumen, Trauben, Feigen u. s. w.) ausschwitzt, lässt nach Verdunsten des Wassers einen weissen Anflug auf denselben zurück, der grösstentheils aus Traubenzucker besteht. Der Milchzucker hat die Zusammensetzung des wasserfreien Traubenzuckers und kann ebensowenig wie der Rohrzucker unmittelbar in alkoholische Gährung übergehen, sondern erst nachdem er (durch Säuren) in Traubenzucker umgewandelt ist. Der meiste Milckzucker findet sich in der Milch der Stuten und Eselinnen, die mittlern Werthe bei der Menschenmilch. Mannit oder Schwammzucker, nicht gährungsfähig, findet sich vorzugsweise in der von *Fraxinus Ornus* abstammenden Manna, sowie in vielen Schwämmen und Flechten, und in der Wurzel von *Triticum repens* u. a. Häufig ist er jedoch ein Zersetzungsproduct des Traubenzuckers, neben welchem unter Ausscheidung von Sauerstoff wahrscheinlich Milchsäure entsteht. 4) Gummi, welches sich nicht in Traubenzucker überführen lässt, ist als Nahrungsstoff ohne Bedeutung, weil es selten in grösserer Menge genossen wird; nur als Arznei wird arabisches und Senegalgummi verwendet. Das Dextrin ist ein künstliches Gummi und stimmt auch in seinen allgemeinen Eigenschaften völlig mit den natürlichen Gummiarten überein. Es bildet sich sehr leicht bei der Behandlung von Stärke oder Pflanzenfaser mit Schwefelsäure oder durch Digestion von Stärke mit Wasser und Malz oder Diastase und wird daher auch Stärkemehlgummi genannt; aus dem Dextrin bildet sich leicht Zucker. 5) Pflanzenschleim (Bassorin), als dicke Schicht auf den Zellenwandungen abgelagert, ist wohl nur eine Modification des Pectins, die einen weniger festen Aggregatzustand hat und daher selbst mit wenig Wasser keine Gallerte, sondern eine schleimige Lösung bildet. Seine Anwendung als Nahrungsstoff ist sehr beschränkt; nur das Salep und das Caraghen (Caraghenin) werden zuweilen als Nutrientia für Kinder und geschwächte Individuen in Gebrauch gezogen; Traganth-, Leinsamen- und Quittenschleim werden nur als Arznei verwendet. 6) Pectin ist als Nahrungsstoff wichtiger als Gummi und Bassorin, da es in vielen Pflanzentheilen, besonders im Mark der reifen fleischigen Früchte (Quitten, Aepfel, Johannisbeeren) und Wurzeln (Rüben, Schwarzwurzeln) in grosser Menge vorkommt (auf die aus Cellulose bestehenden Zellenwände abgelagert). In unreifen Früchten findet sich das Pectin in unlöslichem Zustande; während des Reifens verwandelt es sich unter dem Einflusse der Pflanzensäuren in eine in Wasser lösliche Substanz, welche durch Alkohol als Gallerte (Pflanzengelée) gefällt wird. Die Zusammensetzung und Umwandlungsproducte des Pectins (Pectinsäure, Metapectinsäure) sind noch nicht genau ergründet, doch steht dieser Stoff den Kohlenhydraten ganz nahe und bildet sich aus solchen, wenn gleich noch nicht erwiesen ist, dass er Wasser- und Sauerstoff in dem Verhältnisse enthält, in welchem sie Wasser bilden. 7) Alkohol, in den verschiedenen spirituösen Getränken, wird seines Kohlen- und Wasserstoffgehaltes wegen, ebenso wie die schon genannten Kohlenhydrate, zur Fettbildung und als Respirationsmittel im Organismus verwendet.

Fette Körper. Wir geniessen fortwährend auch fertig gebildete Fette aus dem Pflanzen- und Thierreiche, obschon die Kohlenhydrate (stärkemehlartigen Körper) in Zucker und dieser in Fett umgewandelt werden können (eine Umwandlung, welche durch Fett ausserordentlich befördert wird). Das Fett, wie es im Organismus vorkommt und durch die Nahrung zugeführt wird, ist ein Gemenge mehrerer fettiger Körper, die theils fest (Stearin und Margarin), theils flüssig (Elain) sind. Die einzelnen derselben sind keine einfachen organischen Stoffe, sondern gepaarte Verbindungen. Alle bestehen aus einer fetten (festen oder ölartigen) Säure und einem Paarling (Lipyloxyd), welcher für sich nicht isolirt werden kann, sondern im Momente seiner Trennung von der Säure die Elemente des Wassers aufnimmt und so zu einem andern Körper (Glycerin) wird. Dieselben Fettarten, welche im Organismus vorkommen, finden sich schon als solche in der Nahrung, doch kommt im Körper auch ein Uebergang von einer Fettart zur andern durch oxydirende und reducirende Einflüsse vor. Unter den pflanzlichen und thierischen Fetten wird das Elain am häufigsten (in Oelen und flüssigen Fetten) genossen, da es sich in den meisten zusammengesetzten Fetten in grösserer oder geringerer Menge vorfindet. Auch das Margarin kommt in den meisten gemischten Fetten vor und zwar in allen, welche wir als Nahrung geniessen; am reichlichsten findet es sich im Butterfette. Das Stearin tritt nur in den festen thierischen Fetten (Talgarten), besonders im Hammelfette, und in der Cacaobutter in etwas grösserer Menge auf. Das Butyrin ist regelmässig in der Milch der Säugethiere enthalten; das Hircin (Bockstalg) kommt dem Talge des Hammels und Bockes zu, und soll den im Fischthran sich findenden Phocenin ähnlich sein. In naher Beziehung zu den Fetten stehen einige Wachsarten; am häufigsten geniessen wir das mit den grünen Pflanzentheilen (Chlorophyll) verbundene Wachs und das Bienenwachs.

NB. Im Allgemeinen sind als Nutrimente nur die sogenannten indifferenten Stoffe verwendbar. Diejenigen dagegen, in welchen die Elemente zu einer bestimmt charakterisirten chemischen Verbindung basischer oder saurer Natur vereinigt sind, können in der Regel nicht als Nahrungsstoffe dienen. Die alkalischen organischen Stoffe (Pflanzenbasen oder Alkaloide) wirken entweder als Gifte oder werden rasch, zum Theil umgewandelt, aus dem Körper wieder ausgeführt. Die sauren organischen Verbindungen zeigen ein verschiedenes Verhalten, je nachdem sie zusammengesetzt, frei oder an Basen gebunden sind. Bei weitem die meisten werden unverändert oder nachdem sie eine bestimmte Metamorphose erlitten haben, wieder ausgeschieden. Im freien Zustande eingenommen treten die meisten organischen Säuren sehr bald wieder unverändert aus, in der Regel in der Verbindung mit einer Base. Die Citronen-, Aepfel-, Weinstein-, Oxalsäure finden sich an Kalkerde gebunden im Harn wieder. Andere werden verändert, wie die Benzoesäure in Hippursäure, die Gerbsäure in Gallussäure, Pyrogallussäure und huminartige Stoffe. Werden dagegen die organischen Säuren an Basen gebunden eingeführt, so treten sie als kohlensaure Salze wieder zu Tage, nachdem sie ihren Wasserstoff und einen Theil ihres Kohlenstoffs für die Zwecke des thierischen Haushalts abgegeben haben. Nur ein sehr kleiner Theil der organischen sauren Stoffe scheint tauglich zu sein in die Substanz des Organismus einzugehen, nämlich die fetten Säuren und die Milchsäure.

[Ausführlicheres über die einzelnen Nahrungsmittel s. in *Frerichs's* Aufsatz über Verdauung in *Wagner's* Handwörterbuch der Physiologie, und in *Moleschott's* Physiologie der Nahrungsmittel.]

I. Vorverdauung.

Die Vorverdauung (s. Bd. I. S. 684), welche in den Verdauungsorganen oberhalb des Magens vor sich geht, begreift die folgenden Momente in sich: die Aufnahme der Nahrungsmittel, das Zerkauen, Einspeicheln und Hinabschlucken derselben.

1) **Aufnahme der Nahrungsmittel**, *ingestio s. prehensio ciborum*. Das Ergreifen und Aufnehmen der Nahrungsmittel in den Mund geschieht beim Menschen mittels der Hände (wie auch beim Affen und bei den Nagern). Feste Stoffe werden nach dem Munde geführt, dieser durch Entfernung der Kiefer und Lippen von einander geöffnet, die Speisen dann durch die Lippen gefasst und wohl auch mit den Zähnen ergriffen, und, wenn es nöthig ist, abgebissen. Das Oeffnen des Mundes kommt dadurch zu Stande, dass, nachdem durch die *mm. sterno-hyoidei*, *sterno-thyreoidei* und *thyreo-hyoidei* das Zungenbein fixirt worden ist, der *m. digastricus*, *mylo-* und *genio-hyoideus* den Unterkiefer herabziehen. Dadurch werden die Lippen zugleich mit von einander entfernt; nur wenn der Bissen sehr gross ist, treten die *mm. quadratus* und *triangularis menti*, *levator labii superioris* und *anguli oris* in Thätigkeit, um die Mundspalte noch weiter zu öffnen, worauf der *m. orbicularis oris* die Lippen gegen den Bissen andrückt. Flüssige Stoffe lässt man entweder in Folge der Stellung des Kopfes und der geneigten Lage der Flüssigkeit von selbst in den Mund einströmen (man giesst sie hinein), oder man schlürft, saugt sie ein. Das Einsaugen geschieht so: man erweitert den Mund-

höhlenraum, indem man den Eintritt der Luft von der Nasenhöhle aus durch die Choanen vermittels der Thätigkeit des weichen Gaumens (der sphincterartig wirkenden *mm. glossopalatini*) verhindert, die Zunge hinabdrückt, die Wangen mitwirken lässt und einen möglichst vollständigen Verschluss durch die Lippen erzeugt. Hierdurch entsteht ein luftverdünnter Raum und es wird deshalb durch die Anziehungsthätigkeit, welche diesem nach den Gesetzen der gegenseitigen Ausgleichung des Druckes eigen ist, die Flüssigkeit in die Mundhöhle gezogen. Die auf einem Saugmechanismus beruhende Art des Trinkens setzt voraus, dass die Mundhöhle allseitig geschlossen werden könne (Kinder mit Wolfsrachen und selbst Hasenscharten, Erwachsene mit Oeffnungen im Gaumen oder in den Wangen können nicht saugen). Auch dürfen die dabei thätigen Muskeln nicht gelähmt sein; bei Paralyse des *nerv. facialis*, *hypoglossus* wird das Einsaugen schwierig. — Das Bedürfniss erneuerter Aufnahme von Nahrungsmitteln gibt sich durch eigenthümliche Empfindungen kund; das Gefühl des Hungers regt die Begierde nach festeren, das des Durstes nach flüssigern Nahrungsstoffen an. Beide Gefühle sind nach *Valentin* eigenthümliche Modificationen eines niederen Grades einer charakteristischen Schmerzempfindung, welche bei dem Hunger mehr mit einer Perception von Nagen in dem Magen, bei dem Durste mit einer solchen von Trockenheit im Schlunde verknüpft ist. Durch Befriedigung des Hungers entsteht das Gefühl der Sättigung, durch Ueberfüllung des Magens oder Genuss eines grössern Quantums von Speisen, als der Appetit erfordert, das der Uebersättigung. Alle diese Gefühle sind subjective Reactionen des Nervensystems und werden durch die Magenzweige des Vagus vermittelt. Den Hergang, durch welchen die Gefühle des Hungers und des Durstes bedingt werden, kennen wir noch nicht; höchst wahrscheinlich gehen sie weit weniger aus örtlichen, als aus allgemeinen, durch den ganzen Körper verbreiteten Zuständen hervor.

Appetit, Esslust, ist ein weniger stark ausgesprochenes Bedürfniss nach Nahrung, vielleicht ein geringer Grad von Hunger mit einer dunklen Vorstellung von und dem Verlangen nach dieser oder jener Speise. Es braucht der Appetit durchaus nicht der Ausdruck des wahren Nahrungsbedürfnisses zu sein, denn er tritt nicht selten ohne Hunger auf (während auch Hunger ohne Appetit existiren kann) und hängt seiner Richtung nach sehr von Alter, Geschlecht, Lebensweise, Gewohnheiten und selbst Jahreszeiten ab. Angeregt wird der Appetit durch den Anblick und Geruch beliebter Speisen und Getränke, durch andere mit Appetit essende Personen; auch scheint eine qualitative Veränderung des Appetites zuweilen von einer eigenen Stimmung des Nervensystems (fehlerhafter Richtung der Innervation) abzuhängen, wie bei Schwangern und Hysterischen, wo der Appetit manchmal auf ganz wunderliche Dinge gerichtet ist (Gelüste). — Der Hunger, der Ausdruck des wahren Bedürfnisses nach Nahrung, äussert sich nach der Geburt in allen Lebensperioden, selbst beim Mangel des vollen und klaren Selbstbewusstseins (wie beim Säugling, bei Blödsinnigen, Kretinen, Wahnsinnigen), und kehrt zu bestimmten, wenn auch individuell sehr verschiedenen Perioden und in verschiedenem Grade wieder. Es zeigt sich hier ein bestimmter Parallelismus zwischen der rascheren Wiederkehr des Hungers und dem lebhafteren Stoffwechsel und Wachsthume. Das Kind verlangt öfter Nahrung als der Jüngling und Mann, bei letzteren tritt der Hunger früher ein als beim Greise; mit Ausnahme der Zeit der Schwangerschaft pflegt das Weib seltener, namentlich aber weniger das Nahrungsbedürfniss zu empfinden. Körperbewegungen, stärkere Absonderungen, Geistesanstrengungen und Gemüthserregungen u. s. f. bedingen, insofern sie den Stoffwechsel beschleunigen, vermehrte Esslust. Je rascher der Hunger periodisch wiederkehrt, desto kürzer ist auch im Allgemeinen die Zeit, in welcher die Entziehung aller Nahrungsmittel zum Tode führt. Die Erscheinungen beim Hunger sind folgende: ein eigenthümliches Gefühl in der Magengegend, welches anfangs als gelindes, später als schmerzhaftes Zusammenziehen, oder als Gefühl von Wärme, welches sich zum Brennen steigert, empfunden wird, oft vom Magen ausgehende Uebelkeit, allgemeine Abgeschlagenheit, Schwäche und Zittern der Glieder, Angst mit sich führt und endlich unter gänzlicher Erschöpfung, Sinnestäuschungen, Umnebelung des Bewusstseins, Delirien, Ohnmachten zum Tode (Verhungern) führt. Das Hungergefühl kann krankhafter Weise in bedeutend verstärktem oder wesentlich verringertem Maasse auftreten; der erstere Fall erzeugt den Heisshunger *(bulimus)*, der letztere die Appetitlosigkeit *(anorexia)*; beide Zustände können entweder allgemeinen oder örtlichen Ursprungs (vom Magen aus) sein. — Beim Durste zeigt sich zuerst ein Gefühl von Trockenheit an den Lippen, auf der Zunge, an der innern Fläche der Wangen, im Rachen und Schlunde; sodann steigert sich dieses Gefühl zur Wärme und zum Brennen; der Mundschleim wird zähe, die Zunge klebt am Gaumen, das Sprechen ist erschwert, die Schleimhaut der Mundhöhle schwillt an und röthet sich, starre Trockenheit der Lippen und Zunge, letztere wird rissig. Die Trockenheit steigert sich sich immer mehr zum brennenden Schmerz, die heisere Stimme schwindet, der Puls und das Athmen ist äusserst beschleunigt, alle Secretionen sind vermindert und stocken endlich ganz, und schliess-

lich treten beim Tode durch Verdursten so ziemlich dieselben, aber qualvollere Symptome wie beim Hungertode ein. Die Trinklust und der Durst stellen sich nicht in so bestimmt widerkehrenden Perioden ein wie der Hunger; der Verlust an Flüssigkeit aus dem Blute und Körper ist hier maassgebend; übrigens gilt im Allgemeinen auch hier, dass der Durst rascher eintritt bei sehr regem Lebensprocesse überhaupt und bei thätiger Vegetation besonders. Wie der Hunger wird auch der Durst durch krankhafte (allgemeine und örtliche) Zustände qualitativ und quantitativ verändert, widernatürlich vermehrt (Polydipsie) und vermindert.

2) **Zerkauen der Speisen**, *masticatio s. manducatio*, d. i. die mechanische Zerkleinerung der in den Mund gebrachten consistenteren Nahrungsmittel zwischen den Zähnen durch die verschiedenen Bewegungen des Unterkiefers mittels der Kaumuskeln *(mm. temporalis, masseter, pterygoideus externus* und *internus)*. Um dabei die Speisen gehörig zwischen die Zähne zu bringen, wirkt von innen die Zunge, von aussen der *m. buccinator*.

3) **Einspeichelung**, *insalivatio*, besteht in der innigen Vermischung der gekauten Speisen mit dem Mundspeichel, welcher theils und hauptsächlich aus den Secreten der eigentlichen Speicheldrüsen *(glandula parotis, submaxillaris* und *sublingualis)*, theils aus dem Secret der kleineren traubigen Drüsen (der Lippen, Wangen, Zunge, des Gaumens) und der lenticulären Drüschen der Mundschleimhaut zusammengesetzt ist. Die Absonderung dieser Flüssigkeiten, welche auch im nüchternen Zustande in geringem Maasse vor sich geht, wird schon durch den Anblick von Speisen, besonders aber durch die mechanische oder chemische Reizung der Mundschleimhaut, welche die sie berührenden Substanzen bewirken, bedeutend vermehrt; die Aussonderung der Drüsensecrete wird durch die Kaubewegungen des Kiefers befördert, indem durch dieselben die Ausführungsgänge der Drüsen beständig ausgedrückt werden. — Es scheint auch ein inniger Connex zwischen der Speichelsecretion und Magenthätigkeit zu bestehen, denn Reizmittel, welche die Magenschleimhaut treffen, vermehren in ähnlicher Weise die Speichelabsonderung, wie die Irritation der Mundschleimhaut. — Der Speichel bildet beim Menschen eine farblose, schwachfadenziehende, geruch- und geschmacklose, an festen Bestandtheilen sehr arme Flüssigkeit, welche im Normalzustand stets alkalisch reagirt, und ein specif. Gewicht von 1,006—1,008 hat; die festen Bestandtheile sind theils organische: Epithelien, eiweissartige Körper, das sogenannte Ptyalin, und Spuren von Fett, theils anorganische: die gewöhnlichen Salze der thierischen Secrete und Rhodankalium. Was nun die Wirkungen betrifft, welche der beigemengte Speichel auf die Nahrungsmittel ausübt, so sind dieselben mehrfacher Art, theils mehr mechanische, theils wirklich umwandelnde, verdauende. Die erste Function des Speichels ist jedenfalls die Befeuchtung und Einweichung der eingeführten Nutrimente, wodurch dieselben zum Hinabschlingen geeignet werden. Zweitens werden durch denselben unstreitig die leichtlöslichen Bestandtheile der Speisen gelöst, und so deren Einwirkung auf die Nerven der Zungenpapillen, d. h. die Geschmacksempfindung, möglich gemacht. Die zweite Art der Einwirkung, die verdauende, ist bis in die neueste Zeit ein Gegenstand der Discussion gewesen, von den meisten Physiologen sogar ganz in Abrede gestellt worden. So viel ist gewiss, dass der Speichel auf die eiweissartigen Stoffe durchaus keine Wirkung ausübt; geronnenes Eiweiss, Fleisch, bleiben nach längerer Digestion mit Speichel völlig unverändert, ebenso wenn der Speichel vorher durch eine Säure schwach angesäuert wird (*Cl. Bernard* behauptet, dass angesäuerter Speichel coagulirtes Eiweiss verdaue). Von den Kohlenhydraten erleiden Rohrzucker, Gummi, Pflanzenschleim und Cellulose ebenfalls keine Umwandlung; das Stärkemehl allein ist es, welches durch den Speichel wirklich verdaut wird. Gekochte Stärke, mit demselben bei 40° C. digerirt, ist schon nach 10 Minuten theilweise in Traubenzucker umgewandelt, rohe Stärke erst nach längerer Zeit. Diese Fermentwirkung des Speichels wird allmälig aufgehoben, wenn derselbe längere Zeit mit der atmosphärischen Luft in Berührung war, nicht aufgehoben wird dieselbe durch Kochen, durch Alkoholzusatz und durch Zusatz von verschiedenen organischen oder Mineral-Säuren bis zur schwach- oder starksauren Reaction, auch nicht, was beson-

ders wichtig ist, durch Zusatz von saurem künstlichen oder natürlichen Magensaft, wie *Jacubowitsch* und *Frerichs* durch vielfache Versuche nachwiesen. Die Frage, welcher Theil der Mundflüssigkeit die umwandelnde Kraft auf Stärkemehl ausübe, ist neuerdings von *Jacubowitsch* entschieden worden. Nach demselben bewirken die Secrete der eigentlichen Speicheldrüsen für sich oder unter einander vermischt durchaus keine Zuckerbildung aus Stärkemehl, sondern nur eine Mischung derselben mit dem Secret der Mundschleimhaut, dem Mundschleime, welcher auch durch Nasenschleim ersetzt werden kann; der Mundschleim allein soll nach *Cl. Bernard* und *Barreswil* auch dieses Umwandlungsvermögen besitzen, die Versuche von *Jacubowitsch* sprechen jedoch entschieden dagegen. *Frerichs* behauptet, dass die einzelnen Secrete alle in schwachem Grade jenes Vermögen besitzen, eine energische Umwandlung aber nur der Mischung der Drüsensecrete mit dem Mundschleime zukomme. *Frerichs* stellte jedoch seine Versuche nicht mit den reinen Secreten, sondern mit dem Parenchym der Drüsen und Stückchen von Mundschleimhaut selbst an; nach *Jacubowitsch* Beobachtung aber erzeugen die meisten thierischen Substanzen, wenn sie längere Zeit digerirt werden, eine Substanz, welche Zucker und Stärkemehl bildet. Die Isolirung des eigentlichen Fermentkörpers im gemischten Speichel ist noch nicht gelungen. Die Hauptfrage war nun die: Wandelt der Speichel auch innerhalb des lebenden Organismus Amylum in Zucker um? — eine Frage, die von den meisten Physiologen darum verneint wurde, weil der Speichel mit den Ingestis viel zu kurze Zeit in Berührung ist, ehe das saure Secret der Magenschleimhaut hinzutritt, welches, wie man allgemein glaubte, die Einwirkung des Speichels aufheben sollte. Dass dies nicht der Fall ist, ist schon oben erwähnt; es ist vielmehr entschieden, dass eine grosse Menge Stärkemehl im Magen selbst in Zucker umgewandelt wird. Dass es nun dort nicht der Magensaft ist, welcher diese Umsetzung ausführt, ist durch vielfache Versuche dargethan. Natürlicher oder künstlicher saurer oder alkalisch gemachter Magensaft bildet nach 48stündiger Digestion keinen Zucker aus Amylum; ferner fand *Jacubowitsch*, dass bei einem Hunde, dem vorher die Ausführungsgänge aller Speicheldrüsen unterbunden waren, das eingebrachte Stärkemehl unverändert im Magen blieb. Aus allem diesen geht hervor, dass die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker wirklich die Aufgabe des Speichels ist, welche er hauptsächlich innerhalb des Magens, ohne von dessen Secret daran behindert zu werden, vollführt.

4) **Hinabschlucken, Verschlingen des Bissens,** *deglutitio*. Nachdem die in den Mund aufgenommenen und durch die Zähne zerkleinerten Speisen mit Hülfe des Speichels in einen Bissen *(bolus)* umgestaltet worden sind, wird dieser Bissen aus der Mundhöhle durch die Rachenenge, den Pharynx und Oesophagus in den Magen befördert. Dieses Hinabschlucken des Bissens ist eine der complicirtesten aller Muskelthätigkeiten, welche der Verdauung dienen, und wird durch das Zusammenwirken vieler Muskeln (der Zunge, des Gaumens, Zungenbeins, Pharynx, Larynx und Speiseröhre hervorgebracht. Es zerfällt in folgende 3 Acte.

a. Im 1. Acte werden die auf der sich hohl machenden Zunge zu einem Bissen gesammelten Speisen zwischen der Oberfläche der Zunge und dem Gaumen bis hinter die vordern Gaumenbogen geschafft. Dies geschieht, indem die Zunge allmälig von der Spitze gegen die Basis hin an den Gaumen angedrückt wird (durch *m. lingualis*, unterstützt von *mm. styloglossi*, *genio*- und *mylohyoidei*), während sich zu gleicher Zeit die Zähne schliessen und die Wangen von vorn nach hinten zusammenziehen *(m. buccinator)*.

b. Im 2. Acte gelangt der Bissen durch den Rachen und untern Theil des Pharynx bis in den Oesophagus. Nachdem nämlich der Bissen hinter die vordern Gaumenbogen gekommen ist, ziehen sich diese hinter demselben zusammen und die Zunge biegt sich zurück. Dabei ist das Gaumensegel ausgespannt *(mm. circumflexi palati mollis)* und ein wenig gehoben *(mm. levatores palati mollis)*, die beiden hintern Gaumenbogen nähern sich einander *(mm. pharyngopalatini)* und machen den Durchgang zwischen sich zu einem ritzähnlichen Schlitze, welcher sich unten erweitert, wodurch der Weg des Bissens vom obersten Theile des Pharynx und den Choanen mit einem herabhängenden und schief nach hinten und unten geneigten *planum inclinatum* abgesperrt wird, an welchem der Bissen in dem ihm (durch die *mm. stylopharyngei*) ange-

näherten Schlundkopf hinabgleitet und durch dessen Constrictoren in den Schlund gedrückt wird *(Dzondi)*. Das Zäpfchen ist hinten erschlafft und liegt bei der Annäherung der hintern Gaumenbogen vor der übrigbleibenden Ritze. Durch die Zurückbeugung der Zungenwurzel und die *mm. thyreoepiglottici* wird der Kehldeckel auf den Eingang des Kehlkopfs, der (mittels der *mm. digastrici, genio-, mylo-, stylo-, thyreo-hyoidei*) gehoben und nach vorn unter die Wurzel der Zunge geschoben wird, gedrückt und der Bissen gleitet über die geschlossene Stimmritze hinab. [Früher glaubte man, dass beim Schlingen die Abschliessung der Choanen und Eustach'schen Röhre vom Pharynx durch Hinaufziehen des Gaumensegels geschehe, allein dies ist nicht der Fall, es wird nur durch Annäherung der *arcus pharyngo-palatini* bewirkt.] — Sobald der Bissen über die Stimmritze ist, sinkt der Pharynx und Larynx wieder herab, der Kehldeckel hebt sich und die Stimmritze ist wieder geöffnet. — Nach *Bidder's* Beobachtungen wird der weiche Gaumen, welcher im Zustande der Ruhe nicht eine einfach herabhängende Stellung hat, sondern vielmehr eine nur ganz allmälig nach hinten herabsteigende Wölbung bildet, in diesem 2. Acte stark gehoben, so dass er den knöchernen Gaumen nach hinten gegen den Pharynx noch in horizontaler Richtung (nicht als *planum inclinatum*) fortsetzt, ja in seinem mittlernTheile sogar über denselben sich erhebt.

c. Im 3. Acte passirt der Bissen die Speiseröhre. Der Pharynx schiebt nämlich durch seine Zusammenziehung den Bissen mit so viel Kraft in den Oesophagus, dass er den obern Theil desselben hinreichend erweitert; gleich darauf contrahiren sich die durch den Bissen gereizten Muskelfasern der Speiseröhre und drücken diesen abwärts. Indem so die tiefer liegenden Fasern aus einander gedrängt und auch wieder zu Contractionen gereizt werden, gelangt der Bissen nach und nach bis in den Magen. Diese Zusammenziehungen des Oesophagus, welche wellenförmig von oben nach dem Magenmunde hinab fortschreiten, bringen den Bissen ungefähr in 33 Secunden (bis 2—3 Minuten) in den Magen, dauern aber um so länger, je grösser der Bissen und je voller der Magen ist. Die Erschlaffung der Muskelfasern folgt nach *Magendie* in den 2 obern Dritttheilen der Speiseröhre unmittelbar auf die Contraction. Dagegen bleibt das untere Dritttheil noch einige Zeit nach der Einführung der Speisen in den Magen contrahirt.

Diese 3 Acte des Schlingens erfolgen überaus schnell hinter einander; der erste wird von den der willkührlichen Bewegung fähigen Muskeln der Zunge unter dem Einflusse des *nerv. hypoglossus* und *glosso-pharyngeus* mit Willkühr ausgeführt; der 2. geschieht zwar auch unter Mitwirkung willkührlicher Muskeln, allein die Bewegungen dabei erfolgen unwiderstehlich (reflectorisch), sobald man einen Bissen (Getränk, Speichel) bis an eine gewisse Stelle der Zunge gebracht hat; die Bewegungen des 3. Actes sind rein unwillkührlich. — Nach *Volkmann* ist die Schluckbewegung durchaus keine nothwendige Folge des Reizes, welchen der Bissen ausübt; sie kann aber auf reflectorischem Wege zu Stande kommen, doch geschieht dies nur ausnahmsweise, gewöhnlich hängt sie nur von dem Gefühle und Willen ab. Der willkührliche Schluckact gibt die Veranlassung zu dem unwillkührlichen und zwar mittels einer durch die Structur der Theile vermittelten Association der Bewegungen. Der Einfluss des Willens erstreckt sich wahrscheinlich bis in den *constrictor infimus;* ist die einleitende Schluckbewegung, welche in der gleichzeitigen Abschliessung der Gaumen- und Mundhöhle, und dem starken Heben und Rückwärtsziehen der Zungenwurzel zu liegen scheint, zu Stande gekommen, durch den Willen oder Reflex, so folgt der gesammte Complex associirter Bewegungen unveränderlich nach. — Der *nerv. glossopharyngeus* enthält nach *V.* nur in seiner dünnen Wurzel motorische Fasern und diese bewirken Contraction des *m. constrictor medius* und *stylopharyngeus*. Auch der *nerv. vagus* selbst (nicht seine Fasern vom *accessorius*) hat nach *V.* Einfluss auf die Bewegungen des Pharynx und Oesophagus, besonders auf folgende Muskeln: *levator palati*, *constrictor superior* und *infimus*, *pharyngopalatinus* und *cricothyreoideus*. Der *nerv. hypoglossus* wirkt hauptsächlich auf den *m. styloglossus*, *hyoglossus*, *genioglossus*, *lingualis*, *thyreohyoideus*.

II. Magenverdauung.

Sobald die gekauten und eingespeichelten Speisen durch die Deglutition in den Magen gelangt sind, unterliegen sie hier der Einwirkung des eigenthümlichen Secrets der Magendrüsen, des Magensaftes, dessen umwandelnde Kräfte hauptsächlich von 2 in ihm enthaltenen Stoffen bedingt werden, einmal von einem organischen Fermentkörper, dem Pepsin, zweitens von der freien Säure. Die

Speisen werden im Magen theils durch die mechanische Mengung, welche durch die Magenbewegungen bewirkt wird, theils durch die chemische Umwandlung in eine meist graulich gefärbte, eigenthümlich thierischriechende Masse von fadem, etwas saurem Geschmack, die noch einige Eigenschaften der genossenen Substanzen besitzt, verwandelt; die Zeit, die hierzu erforderlich ist, d. h. binnen welcher die Verdauung der Speisen, soweit sie dem Magen obliegt, vollendet wird, ist nach der Art der genossenen Substanzen verschieden lang; die mittlere Dauer ist 3—4 Stunden. Es ist nur eine einzige Klasse von Nutrimenten, zu deren Lösung das Magensecret bestimmt ist, und diese sind die wichtigsten: die geronnenen eiweissartigen Stoffe, die sogenannten Proteinkörper; sowohl die sogenannten Kohlenhydrate als die Fette passiren den Magen, ohne von dessen Secret eine Umwandlung zu erleiden. Die Umsetzung des Amylums und Zucker, die innerhalb des Magens vor sich geht, wird, wie oben erwähnt ist, durch den verschluckten Speichel vollbracht. Die in den Magen gebrachten Flüssigkeiten werden je nach ihrer Beschaffenheit und Menge theils unverändert resorbirt, theils durch den Pylorus weiter befördert, theils aber auch chemisch umgewandelt.

Ueber die Veränderungen, welche die Speisen im Magen durch dessen eigenthümliches Secret erleiden, hat man von jeher die verschiedensten Ansichten gehabt. Noch in der neuesten Zeit wurde von *Montègre* und *C. H. Schultz* die Existenz eines specifischen Magensecrets und somit auch dessen Einwirkung auf die Speisen gänzlich in Abrede gestellt. Geläutert wurden die Ansichten erst, seitdem man angefangen hat, die Vorgänge der Verdauung durch Versuche mit natürlichem oder künstlichem Magensafte, welche man ausserhalb des Organismus anstellte, und welche um so gültigere Resultate gaben, je besser die Methode der Gewinnung des Magensaftes war, zu studiren. Die ersten Experimente der Art stellte *Spallanzani* an, dessen durch Erbrechen gewonnener Magensaft jedoch stets eine grosse Menge Speichel enthalten musste; ebenso war der Magensaft, dessen sich *Tiedemann* und *Gmelin* bei ihren ausgezeichneten Verdauungsversuchen bedienten, nicht rein. Später gab *Schwann* eine Methode an, eine zu künstlichen Verdauungsversuchen vollkommen geeignete Flüssigkeit durch Auswaschen der Labdrüsenschicht der Magenschleimhaut (insbesondere des Schweinemagens) zu gewinnen. Das reine Secret der Magendrüsen hat man indess erst kennen gelernt, seitdem zuerst *Blondlot* Magenfisteln anzulegen lehrte, an denen man zugleich am besten die Vorgänge der natürlichen Verdauung beobachten konnte.

Der **Magensaft**, *succus gastricus*. Kein thierisches Secret hat eine vielfaltigere Untersuchung, aber auch eine widersprechendere Beurtheilung gefunden, als das der Labdrüsen des Magens. Der Hauptgrund dieser Verschiedenheiten lag in den verschiedenen oben angedeuteten Bereitungsmethoden, nach welchen die Reinheit der gewonnenen Flüssigkeiten in so hohem Grade wechselte; daher der lange Streit über die Reaction des Magensaftes, daher die irrige Annahme einer neutralen oder gar alkalischen Reaction von Seiten der Beobachter, deren Magensaft zum grössten Theil aus verschlucktem Speichel bestand. Das reine Secret ist durchaus nicht, wie man sonst allgemein annahm, eine klare wasserhelle Flüssigkeit, sondern es enthält Formelemente, welche wahrscheinlich eine Hauptrolle bei dessen Betheiligung am Digestionsprocesse spielen. Dies sind die **Labzellen**, deren inniger Zusammenhang mit der Secretion schon beschrieben wurde. Sowie durch den Eintritt der Speisen in den Magen die Secretion der Drüsen vermehrt wird, finden sich die genannten Zellen in ungeheurer Menge in der Verdauungsflüssigkeit und überziehen die Contenta als eine grauliche verschieden dicke Schicht. Sie sind es, welche den zur Umwandlung der Speisen dienenden Fermentkörper enthalten und immer neu bilden, sowie man durch künstliche Extraction derselben, welche man sehr lange fortsetzen kann, eine sehr verdauungskräftige sauer reagirende Flüssigkeit erhält. Dieselben sind wahrscheinlich auch die Quelle des Magenschleims, indem sie durch Behandlung mit Alkalien eine schleimige Materie liefern. Der von diesen Zellen abfiltrirte **Labsaft** ist eine farblose klare, wasserreiche, **sauer** reagirende Flüssigkeit. Die freie Säure, welche die Ursache dieser sauren Reaction ist, wurde

zuerst von *Prout* für freie Salzsäure erklärt und lange Zeit allgemein dafür gehalten; indessen sind *Prout's* Gründe nicht beweiskräftig, die von ihm gefundene Salzsäure ist nicht präformirt in dem Magensecret, sondern wird erst aus den Chloralkalien durch die Behandlung gebildet. Neuerdings nimmt man allgemein freie **Milchsäure** im Magensaft an, für deren Gegenwart zuerst von *Lehmann* der sichere wissenschaftliche Nachweis geliefert wurde. Die Angaben anderer Beobachter von der Gegenwart von Essigsäure, Buttersäure, saurer phosphorsaurer Kalkerde als Grund der sauren Reaction haben sich nicht bestätigt. Der wichtigste Bestandtheil des Magensaftes ist ein organischer Körper, das sogenannte **Pepsin**, das eigentliche verdauende Princip, auf welches zuerst *Eberle* aufmerksam machte, welches aber erst von *Schwann* genauer erkannt, von *Wasmann* darzustellen versucht wurde. Es ist jedoch bis jetzt noch nicht gelungen, ein chemisch reines Pepsin darzustellen; die auf verschiedenen Wegen je nach der Methode der Bereitung mehr weniger mit fremden Stoffen verunreinigten Materien, die man dafür ausgab, waren jedenfalls unter einander nicht identisch und alle Gemenge mehrerer Körper. Auch lässt sich im Voraus erwarten, dass das Pepsin, indem es als Fermentkörper die Verdauung bewirkt, dies nur durch eine fortwährende chemische Umänderung seiner Elemente vermag. Nach Allem, was man bis jetzt darüber weiss, scheint es ein eiweissartiger, stickstoff- und schwefelhaltiger Körper zu sein. Wie gross die verdauende Kraft der als Pepsin beschriebenen Präparate ist, beweist, dass schon $\frac{1}{60000}$ des von *Wasmann* dargestellten Pepsins, mit angesäuertem Wasser versetzt, geronnenes Eiweiss in 6 Stunden verdaute. Ausserdem enthält der Magensaft geringe Mengen Fettes und von anorganischen Bestandtheilen hauptsächlich Chlormetalle, besonders Chlornatrium, ferner phosphorsaures Alkali, phosphorsaure Erden und Eisenoxyd. Was den Modus der Secretion des Labsaftes betrifft, so hat die directe Beobachtung gelehrt, dass im nüchternen Zustand keiner abgesondert wird, die Schleimhaut ist in diesem Zustande blos von einem dünnen zähen Schleim überzogen, welcher oft durch den verschluckten Speichel alkalisch reagirt. Mechanische auf die Schleimhaut angebrachte Reize bewirken eine geringe, eine stärkere Secretion schon chemische Reize, z. B. durch Fisteln eingebrachtes Chlornatrium. Eine energische Secretion findet aber nur statt, wenn Nahrungsmittel in den Magen gelangen. Sobald dies geschehen ist, entsteht ein Congestionszustand in der Schleimhaut, durch welchen dieselbe allmälig eine dunkelrothe Färbung annimmt und sichtbar turgescirt, gleichzeitig beginnt peristaltische Bewegung und eine gleichmässige Exsudation des Labsaftes, dessen Menge der Löslichkeit der eingeführten Alimente entspricht.

Ueber die Art und Weise nun, wie der Magensaft die eigenthümlichen Umwandlungen der Proteinkörper bewirkt, sind von jeher viel Hypothesen aufgestellt, aber keine begründet worden, bis man sich neuerdings dahin vereinigte, dass die Magenverdauung ein Lösungsprocess sei. Damit ist jedoch noch wenig erklärt, da das Magensecret vom rein chemischen Standpunkte aus beobachtet keinen Stoff enthält, dem man ein so starkes Lösungsvermögen zuschreiben könnte, da besonders die freie Säure, ohne welche allerdings keine Verdauung vor sich geht, nicht hinreichen kann, geronnenes Eiweiss mit solcher Energie zu lösen. Das Pepsin ist es, wie hauptsächlich *Schwann* zuerst darthat, welches bei jenem Processe eine wesentliche Rolle spielt, und zwar nicht durch eine Affinitätwirkung nach gewöhnlichen chemischen Gesetzen; sondern indem es nach Art der Gährungsfermente durch die Umsetzung seiner Elemente einen analogen Process in den eingeführten Nahrungsstoffen hervorruft. Für diese Erklärung spricht das Verhalten des Labsaftes, dessen Wirkung durch alle Mittel aufgehoben wird, welche zu den gährungswidrigen gerechnet werden, so durch Siedehitze, concentrirte Säuren und Alkalien, Alkohol; ferner spricht dafür die geringe Menge des verdauenden Princips, welche im Stande ist, grosse Massen Eiweiss zu lösen. Dass dieses sogenannte Pepsin wahrscheinlich selbst ein in Umsetzung begriffener Proteinkörper ist, wurde schon oben erwähnt, dass er sich charakteristisch von allen andern Fermentkörpern unterscheidet und allein im Stande ist, die unter Magenverdauung einbegriffenen Processe hervorzurufen, ist durch zahlreiche Versuche von *Schwann* und vielen neueren Experimentatoren gegen *Eberle*, *Marchand*, *Mulder* u. s. w. hinreichend erwiesen. Die gelösten Eiweissstoffe, die Producte der Verdauung, haben zwar dieselbe atomistische Zusammensetzung, wie die ursprünglichen Stoffe, unterscheiden sich aber wesentlich durch ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften von diesen. Die freie Säure des Magensaftes scheint in doppelter Weise wirksam zu sein; einmal als Lösungsmittel für gewisse Salze, die dem Organismus zur Reproduction unentbehrlich sind, und für das Eisen, zweitens ist sie es wahrscheinlich, welche die eigenthümliche Umsetzung der organischen Materie, des Verdauungsfermentes, bewirkt, da nach Neutralisation des Magensaftes ein von der Verdauung wesentlich verschiedener Fäulnissprocess

sehr schnell sich einstellt. Erforderlich zur Vollführung der Verdauung ist eine gewisse Temperatur, die günstigste scheint etwa 38° C. zu sein; nicht nothwendig scheint die in den Magen gelangende atmosphärische Luft zu sein, der man früher eine wichtige Rolle zutheilte. Andere zur Erklärung des Verdauungsprocesses aufgestellte Ansichten, als die eben beschriebenen, entbehren mehr oder weniger der Begründung, so z. B. die Ansicht, der Magensaft wirke blos durch Contact, ohne selbst eine Umwandlung zu erleiden, wogegen die directen Beobachtungen sprechen. Einige Physiologen wollten die Wirkungsweise des Labsaftes auf die gewöhnlichen Affinitätsgesetze reduciren, so *Schwann*, *Wasmann* und neuerdings *C. Schmidt*, welcher letztere meinte, das organische Substrat sei mit der Säure des Magensecrets zu einer gepaarten Säure, der Chlorpepsinwasserstoffsäure, verbunden, und diese gehe mit den eiweissartigen Körpern lösliche Verbindungen ein. Eine solche Säure ist aber nicht nachgewiesen, ferner lassen sich die zur Lösung einer bestimmten Menge Eiweiss erforderlichen Magensaftmengen nicht durch Aequivalentzahlen ausdrücken, was bei einer chemischen Verbindung sein müsste, drittens sprechen gegen diese Ansicht die Producte der Verdauung. Die im Magen befindlichen Gasmengen, deren Quantität zuweilen sehr gross, rühren theils von verschluckter atmosphärischer Luft, die im Magen einen Theil ihres Sauerstoffs gegen Kohlensäure austauscht, theils von der Umwandlung der eingeführten Nutrimente, besonders von deren abnormer Zersetzung her. Sie bestehen aus Sauerstoff, Kohlensäure, Stickstoff und zuweilen Wasserstoff.

Was nun die Einwirkung des Magensaftes auf die Nahrungsstoffe im Speciellen betrifft, so sind ausser den zu lösenden anorganischen Stoffen die stickstoffhaltigen eiweissartigen Körper die einzigen, welche derselben unterworfen sind, und welche nach vollendeter Verdauung zwar eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten als vorher, aber die charakteristischen Reactionen der Proteinkörper gegen Salpetersäure, Kaliumeisencyanür und Siedehitze nicht mehr zeigen. Flüssiges Eiweiss wird in kurzer Zeit unverändert im Magen resorbirt; geronnenes Fibrin quillt auf und löst sich zu einer trüben Flüssigkeit, ebenso lösen sich Kleber, Legumin und Pflanzeneiweiss in kurzer Zeit zu einer trüben Flüssigkeit. Die Gelatine wird ausserordentlich rasch gelöst, und verliert die Eigenschaft zu gelatiniren und durch Chlor präcipitirt zu werden. Das Amylum wird, wie oben erwiesen wurde, durch den verschluckten Speichel im Magen in Traubenzucker verwandelt; die Umsetzung desselben in Milchsäure gehört nicht zu den normalen Vorgängen im Magen, wahrscheinlich weil die freie Säure diesen Process verhindert. In abnormen Zuständen dagegen findet man oft grosse Mengen von Milchsäure und Buttersäure im Magen als Producte der Amylumverdauung; zuweilen werden selbst schleimige und Essig-Gährung im Magen beobachtet. Die fetten Körper erleiden daselbst keinerlei Veränderung. Von den wichtigsten zusammengesetzten Nahrungsmitteln, deren einzelne Bestandtheile natürlich die ihnen zukommenden Veränderungen fast gleichzeitig erleiden, ist Folgendes zu erwähnen. Die Milch wird im Magen zunächst coagulirt, das ausgeschiedene Serum nach enosmotischen Gesetzen resorbirt. Der geronnene Käsestoff wird darauf allmälig, zuerst die den Magenwänden zunächst befindlichen Theile, gelöst, die Fetttröpfchen fliessen, von ihrer Hülle befreit, zusammen, der Milchzucker ist in der verdauten Milch nicht mehr nachzuweisen. Das Fleisch wird im Magen entfärbt, es lösen sich zunächst die Bindegewebshüllen der einzelnen Bündel und allmälig zerfallen diese in scheibchenähnliche Fragmente nach der Richtung der Querstreifen; ein grosser Theil der Fasern geht jedoch unverdaut in den übrigen Darmkanal über; schneller und vollständiger wird gekochtes und gebratenes Fleisch verdaut als rohes. Von den Knochen wird die knorpelige Grundlage und ein Theil der Kalksalze gelöst, die Hauptmenge der letzteren bleibt ungelöst. Die vegetabilischen Nutrimente enthalten ihre verdaulichen Bestandtheile meist in Hüllen von unlöslicher Cellulose eingeschlossen, weswegen das Magensecret schwieriger und langsamer auf dieselben einwirken kann, und ein grosser Theil derselben unbenutzt bleibt.

Der verschiedene Grad der Verdaulichkeit der einzelnen Nahrungsmittel, d. h. die verschiedene Schnelligkeit, mit welcher sie im Magen aufgelöst werden, ist vielfach untersucht worden. *Gosse*, welcher das Vermögen besass, das Genossene zu jeder beliebigen Zeit wieder auszubrechen, stellte an sich selbst hierüber Versuche an. Die zuverlässigsten Angaben hierüber besitzen wir von *Beaumont*, dessen Beobachtungen an einer menschlischen Magenfistel angestellt sind. Innerhalb 1 Stunde wurden verdaut: gekochte Schweinsfüsse und Reis; in $1\frac{1}{2}$ St. geschlagene Eier, Forelle, süsse Aepfel; nach 2 St. gekochte Milch, gekochter Stockfisch, rohe Eier; nach $2\frac{1}{4}$ St. frische Milch, Puterfleisch; nach $2\frac{1}{2}$ St. wilde Gans, Kartoffeln; nach $2\frac{3}{4}$ St. Hühnerfricassee, gekochtes Lammfleisch und Rindfleisch, Austern; nach 3 St. geröstetes Rindfleisch, Schinken, Beefsteak, Barsch, Weizenbrod; nach $3\frac{1}{2}$ St. gekochte Eier, Kartoffeln, weisse Rüben, Bratwürste, fettes Rindfleisch; nach $3\frac{3}{4}$ St. Hammelfleisch, trocknes Brod mit Kartoffeln, geröstetes Schweinefleisch, gekochte Bohnen, gekochtes zahmes Geflügel; nach 4 St. gebratenes Rind- und Kalbfleisch, gekochter gesalzener Lachs, gekochte Knorpel; nach $4\frac{1}{4}$ St. gebratene zahme Ente; nach $4\frac{1}{2}$ St. Pöckelfleisch, gebratene wilde Ente; nach $5\frac{1}{2}$ St. gekochte Sehnen, Rindstalg.

Die **Verdaulichkeit der Speisen** wird durch folgende Momente bestimmt. 1) Durch die **chemische Zusammensetzung**; von ihr hängt es ab, ob und welcher verdauenden Agentien die Ingesta bedürfen. Im Wasser leicht lösliche Stoffe, wie die Alkalien, Zucker, Gelatine, Pectin u. s. w., werden unter allen Umständen aufgenommen; die Amylaceen metamorphosiren sich leicht, so lange die Speichelsecretion ungehemmt ist; die geronnenen eiweissartigen Verbindungen bedürfen dagegen eines Magensaftes von regelrechter Zusammensetzung. 2) Durch den **Aggretatzustand**; flüssige Dinge werden leichter aufgenommen als feste; coagulirte Proteinstoffe um so leichter, je weniger fest sie geronnen sind; Muskelfasern junger Thiere leichter, als die von älteren, Bindegewebe leichter als Sehnen und Fascien. 3) Durch die **Quantität und Lagerung der unverdaulichen Bestandtheile** der Ingesta; Epidermishüllen, dicke Zellenwände, Gefässbündel beeinträchtigen oder verhindern gänzlich die Einwirkung der verdauenden Agentien. 4) Durch **compacte oder poröse Beschaffenheit** der Ingesta; dichte Eiweisscoagula werden langsam verdaut, zu Schaum geschlagenes geronnenes Eiweiss weit leichter; bei den erstern wirkt der Magensaft nur auf die Oberfläche ein, bei dem letzteren durchdringt er die ganze Masse und findet so zahlreichere Angriffspunkte. In derselben Weise verhält es sich mit den verschiedenen Brodarten u. s. w. Aehnlich dem compacten Gefüge wirkt Durchtränktsein der Masse mit Fett, welches dem wässerigen Labsaft das Eindringen erschwert; fette Speisen sind daher unverdaulicher, als fettärmere *(Frerichs)*.

Was den **Einfluss des Vagus auf die Magenverdauung** betrifft, so ergeben sich aus den deshalb angestellten Versuchen mit Durchschneidung der *nn. vagi* folgende Sätze. 1) Die Durchschneidung des Vagus veranlasst beträchtliche Störung der digestiven Thätigkeit des Magens; die Ingesta bleiben im Magen zurück, entweder gänzlich unverändert oder nur zum geringen Theile chymificirt. 2) Doch betrifft diese Unterbrechung der Verdauung nicht alle Ingesta in gleicher Weise, nur die eiweissartigen Körper bleiben gänzlich unversehrt; sie erleiden keine anderen Veränderungen, als diejenigen, welche durch das Kauen und die Insalivation veranlasst wurden; die Kohlenhydrate dagegen gehen alle Metamorphosen ein, die bei unverletztem Vagus vorkommen. Amylum geht in Dextrin und Zucker, zum Theil auch in Milchsäure über (weil dies das Werk des Speichels ist). 3) Die Digestionsstörungen werden vermittelt zum geringeren Theile durch die Beschränkung der peristaltischen Bewegung des Magens, hauptsächlich aber durch die Alteration der Magensaftsecretion in Folge des aufgehobenen Nerveneinflusses. Es scheint diese letztere Alteration daher zu rühren, dass ein Theil der sympathischen Fasern paralysirt ist, welche der Vagus dem Magen zugeführt und denen die Regulirung des Tonus der blutführenden und absondernden Membranen obliegt. Aus ähnlichen Gründen, wie die Durchschneidung des Vagus, scheinen auch Narcotica, starke Gemüthsaffecte u. s. w. hemmend auf die Magenverdauung einzuwirken.

Die **Bewegungen des Magens**, *motus peristalticus*, welche durch die Contractionen der Muskelhaut und in Folge des von den Speisen verursachten Reizes hervorgerufen werden, sollen nach den Meisten, gleich nachdem die Speisen in den Magen gelangt sind, anheben und nicht blos zur Fortschaffung des Chymus aus dem Magen in das Duodenum dienen, sondern die Durchdringung der Speisen mit dem Magensafte, sowie das gänzliche Zerfallen der erweichten, gallertartig gewordenen Nahrungsmittel und die Absonderung der Magenflüssigkeiten befördern. Nach *Eberle's* und *Budge's* Beobachtungen tritt dagegen gerade, wenn die Speisen in den Magen gelangt sind, Ruhe desselben ein, und zwar da die grösste, wo die meisten Speisen angehäuft sind. Nur in den ersten Momenten nach dem Essen geht die Bewegung der Fasern der Speiseröhre auf die des Magens über. Sie hören aber bald auf und erst nach geraumer Zeit fängt der Magen an sich seines Inhaltes zu entledigen, höchst wahrscheinlich wenn die Speisen in Chymus verwandelt sind, d. h. wenn die secernirende Thätigkeit des Magens aufgehört hat zu wirken. Und dieses Aufhören der Secretion ist wahrscheinlich die Ursache der Bewegung. Da nun die Secretion nach *Magendie's* Versuchen höchst wahrscheinlich durch die Empfindungsnerven bedingt und nur eine bestimmte Thätigkeit dieser Nerven ist, jeder Empfindungsnerv aber in bestimmter Beziehung zur Bewegung (reflectirte) steht, so erklärt sich auch, wie nach geschehener Secretion Bewegung veranlasst wird. Ist nun einmal im Magen die Bewegung entstanden, so schreitet sie immer

und immer fort. — Nach *Eberle* erfolgen die Magenbewegungen im Allgemeinen langsam, gleichförmig, wurm- und wellenförmig, geschehen oft unmerklich schleichend und meist nur stellenweise, wodurch der Magen eine unebene, manchmal fast höckerige Gestalt annimmt. Was die Richtung dieser wellenförmigen Bewegungen betrifft, so gehen sie gewöhnlich von der Speiseröhre gegen den Pförtner und von diesem auch wieder zurück; oft beginnt eine Bewegung am Pylorus und eine andere an der Cardia zugleich, und beide treffen dann an irgend einer Stelle zusammen. Die Bewegungen beginnen erst, sobald das Aliment durch die Action der Chymification erweicht worden ist, während sich der Magen in der ersten Zeit des Aufenthaltes der Speisen in demselben gleichförmig um dieselben zusammenzieht und keine sichtbare Bewegung wahrzunehmen ist. — *Müller* konnte die peristaltischen Bewegungen des Magens nie deutlich sehen. — *Magendie* beschreibt sie so: nachdem der Magen einige Zeit unbeweglich gewesen ist, zieht sich der Anfang des Duodenum, der Pylorus und die *portio pylorica* zusammen, wodurch der Chymus gegen den Fundus getrieben wird. Darauf dehnt sich der Magen wieder aus und nun contrahirt sich der Pylorustheil von der linken zur rechten Seite und treibt den Chymus durch den Pylorus ins Duodenum. Diese Bewegungen wiederholen sich einigemal, darauf hören sie auf, um sich nach einer bestimmten Zeit zu wiederholen. Ist der Magen voll, so beschränkt sich die Bewegung nur auf die *portio pylorica*, in dem Maasse aber, als er sich entleert, dehnt sie sich auch auf die *portio splenica* aus. — *Beaumont* beobachtete, dass der Magen ausser der Verdauung zusammengezogen war, dass aber, sobald Speisen in denselben traten, diese aus dem Fundus von links nach rechts, entlang der grossen Curvatur, dann an der kleinen Curvatur von rechts nach links bewegt wurden. Die Bewegungen nehmen mit dem Fortschritte der Chymification an Schnelligkeit zu und geschehen desto lebhafter, je reizender die Nahrungsmittel auf die Schleimhaut wirken. Nach ihm finden in der *portio pylorica*, 3—4 Zoll vom dünnen Ende, eigenthümliche Contractionen und Relaxationen statt.

Budge sah, dass die Bewegungen, durch welche der Chymus aus dem Fundus nach dem Pylorus getrieben wird, blos in stärkerem Aufblähen und Zusammensinken bestanden und dass dieses so langsam vor sich ging, dass man es kaum wahrnehmen konnte. Dieselbe Bewegung macht auch der Darmkanal während der ganzen Verdauung, nur ist sie etwas deutlicher und schneller als die des Magens. — Wenn man den Magen unter allen Verhältnissen betrachtet, so kann man nach *Budge* eine 3fache Art von Bewegung an ihm wahrnehmen, welche nur gradweise, nicht wesentlich von einander verschieden sind und lediglich von der Ausdehnung des Reizes herrühren, welcher sie veranlasst. Es sind: 1) die blasenförmige Ausdehnung der ganzen Magenhöhle; sie ist die eigentliche Brechbewegung, die aber selten allein, gewöhnlich nur mit Hülfe der Bauchmuskeln und des Zwerchfells Brechen erzeugt, wobei zugleich der Pylorustheil des Magens sich bedeutend zusammenzieht, enger und härter wird und nun eine heftige Stossbewegung nach links und nach unten macht. Bei dieser blasenförmigen Ausdehnung, welche *B.* für eine active Bewegung des Magens erklärt, ist derselbe gespannt und ausgedehnt, prall, die *cardia* ist dabei durch das Zwerchfell, wie durch ein Band, zugeschnürt. 2) Die peristaltische und antiperistaltische Magenbewegung; sie fängt bald an der Cardia an und geht bis zum *pylorus* und zwar in gleichmässigen Abschnitten; bald geht sie vom *pylorus* nach der *cardia* hin; bald endlich erstreckt sie sich nur auf beschränkte Stellen des Magens. Es ist selten, dass sich der ganze Längenumfang des Magens contrahirt; in der Regel bilden sich nur Einsenkungen der vordern Wand und zwar gewöhnlich nur an einer kleinen Stelle, ähnlich den *impressiones digitatae;* zu beiden Seiten derselben sieht man kleine gespannte Wülste. Weil nun diese Art von Contractionen an sehr vielen Stellen des Magens oft gleichzeitig entstehen, so bekommt derselbe dadurch ein ganz höckeriges Ansehen. 3) Die Falten- oder Runzelbildung (*raccornissement*, Einschrumpfung, nach *Piedagnel*), wobei sich, besonders an der kleinen Curvatur, eine Menge schmaler Querfalten bilden, während der übrige Magen glatt bleibt. Ausserdem drängt das Zwerchfell bei jeder Inspiration den Magen nach vorn und die Magenhöhle wird etwas gespannt; bei der Exspiration erschlafft er wieder und sinkt wieder zurück. — Die Nervenfasern, welche der Magen erhält, kommen aus 3 Nerven, aus dem *nerv. vagus, sympathicus* und Rückenmarke. Von welchem dieser Nervenherde aber seine Bewegungen ausgehen, ist noch nicht genau ermittelt. *Budge* zog aus seinen Versuchen das Resultat, dass die Ursache der Magenbewegungen nicht im *vagus* (welcher die Empfindung des Magens vermittelt) und *sympathicus*, nicht in den Ganglien des Unterleibes, sondern im Rückenmarke liege, dass ferner der rechte Sehhügel und das rechte *corpus striatum* die Gehirntheile sind, welche das Centralorgan der Magennerven darstellen und dass diese Nerven durch das kleine Gehirn hindurchgehen.

III. Dünndarmverdauung.

Die nach vollendeter Magenverdauung in den Dünndarm überzuführenden Massen, die man mit dem Namen **Chymus** zu belegen pflegt, bestehen aus 2 wesentlichen Bestandtheilen; einmal aus den Producten der Magenverdauung, den gelösten Stoffen, zweitens aus den noch unveränderten festen Residuen der Nahrung. Von den ersteren nahm man früher allgemein an, dass sie mit in den Dünndarm übergeführt würden, um dort einer weiteren Umwandlung durch die daselbst ergossenen Verdauungsflüssigkeiten zu unterliegen. Es ist aber die

Verdauung der eiweissartigen Körper und ebenso die des Stärkemehls mit dessen Umwandlung in Zucker innerhalb des Magens völlig beendet, und daher werden die Lösungen dieser Stoffe zum grössten Theil schon, bevor sie den Magen verlassen, von den Magenvenen nach enosmotischen Gesetzen resorbirt, um in dem Blute erst weiter metamorphosirt zu werden; nur ein kleiner Theil derselben gelangt mit in den Dünndarm. Die ungelösten Chymusbestandtheile sind einerseits die fetten Körper, auf welche das Magensecret keinen Einfluss hat, andrerseits die Stoffe, deren Verdauung im Magen nicht vollendet wurde, d. h. geronnene eiweissartige Körper, Amylum. Diese Stoffe unterliegen nun im Dünndarm der Einwirkung von 3 verschiedenen Secreten, nämlich: dem Secrete der Darmschleimhaut, zweitens dem der Leber, drittens dem der Bauchspeicheldrüse. Um nun die Metamorphosen kennen zu lernen, welche die genannten Stoffe im Dünndarm erleiden, um in Chylus verwandelt, d. h. resorptionsfähig zu werden, ist nöthig, jene drei Verdauungsflüssigkeiten und ihre Einwirkung auf die verschiedenen Nahrungbestandtheile im Speciellen zu verfolgen.

a. Der **Darmsaft**, *succus entericus*. Ueber das Secret der Darmschleimhaut, welches hauptsächlich von den Lieberkühn'schen Follikeln geliefert wird, während die Brunner'schen Drüsen des Duodenum und die solitären lenticulären und die Peyer'schen Drüsen nur eine Flüssigkeit mit allen Charakteren des Schleims aussondern, besitzen wir noch sehr wenige zuverlässige Angaben, so vielfachen Untersuchungen es auch unterworfen worden ist. Alle die früheren Beobachter hatten durchaus nicht dieses Secret isolirt vor sich, sondern theils mit Galle und pancreatischem Saft, theils sogar mit den Producten der Verdauung vermengt, daher die verschiedenen Angaben über die Reaction, die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieses vermeintlichen Darmsaftes. Die Angaben von *Eberle*, welcher sehr ausführliche Untersuchungen anstellte, sind aus den genannten Gründen unbrauchbar; er scheint mehr die Schleimhaut selbst, als deren Secret, welches er als eine in Auflösung begriffene Schleimhaut bezeichnet, analysirt zu haben; ausserdem sind seine Benennungen der constituirenden Bestandtheile desselben sehr ungenau, indem er von Eiweissstoff, Käsestoff, Speichelstoff und Osmazom, lauter vagen chemischen Begriffen, spricht, und auf die Differenz der quantitativen Verhältnisse dieser Körper den Unterschied zwischen Magen- und Darmsaft zu begründen versucht. Derselbe Beobachter bezeichnet die Reaction des letzteren im obern Dritttheil des Dünndarms als sauer, besonders während der Verdauung, diese Säure gehört aber jedenfalls dem mit den Speisen in den Dünndarm gelangten Magensaft an; und noch weniger ist dieselbe Essigsäure. Auch die Angaben von *Tiedemann* und *Gmelin* können nicht als Beschreibung des reinen Darmsaftes gelten, da nach deren Gewinnungsmethode demselben jedenfalls Galle und pancreatischer Saft beigemischt war.

Neuerdings hat *Frerichs* eine Methode angewendet, mit welcher es ihm gelang, sich einen fast völlig reinen Darmsaft in hinreichender Quantität zu verschaffen, um ihn genau analysiren zu können. Es wurden bei Hunden und Katzen Darmpartieen von 4—8‴ durch Streichen von ihren Contentis leer gemacht, abgebunden und so in die Bauchhöhle zurückgeschoben; nach 4—6 Stunden hatten sich in den unterbundenen Stücken beträchtliche Mengen Darmsaft angesammelt. Die Untersuchung desselben gab folgende Resultate. Er bildet eine glasartige, durchsichtige, farblose, zähe Masse von stark alkalischer Reaction. Unter dem Mikroskop zeigten sich darin die oben als Formbestandtheile des Drüsensecrets beschriebenen Molecularmassen, Kerne und Zellen, ausserdem zufällig beigemengte Epithelialzellen von den Zotten. In Wasser zertheilt sich der Darmsaft schwierig und löst sich nur zum kleinen Theil; Eiweiss ist in demselben in geringer Menge vorhanden, ausserdem geringe Mengen Fett, von Salzen hauptsächlich Chlornatrium, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien und phosphorsaure Erden. Ganz von derselben Beschaffenheit und Zusammensetzung war der aus dem Dickdarm gewonnene Darmsaft. — So unzuverlässig, wie über die Eigenschaften, sind auch die meisten früheren Angaben über die Wirkungsweise des Darmsaftes, welche von den meisten älteren Physiologen bedeutend überschätzt wurde. Nach ihnen sollte derselbe ganz analog dem Magensaft wirken und dessen Functionen fortsetzen. Die Experimente geben jedoch meist negative Resultate. Ge-

ronnene Proteinstoffe werden von Darmsaft in keinerlei Weise verändert, auch nicht nach lange fortgesetzter Einwirkung, auch nicht wenn derselbe zuvor mit irgend einer verdünnten Säure angesäuert worden ist; mit Fetten vermengt führt er dieselben, wie jede zähe Flüssigkeit, in eine Art emulsiven Zustand über, aus dem sie sich nur unvollständig wieder ausscheiden. Das Stärkemehl allein ist es, auf welches er eine verdauende Wirkung ausübt, indem er dasselbe wie Speichel und pancreatischer Saft, doch weit weniger energisch, als letztere Secrete, in Traubenzucker umwandelt, oder bei längerer Einwirkung Milchsäure aus demselben bildet.

b. **Galle**, *bilis*, *fel*. Die menschliche Galle, das Secret der Leber, stellt eine grünliche oder gelbgrünliche klare, mehr weniger dicke, schwach fadenziehende Flüssigkeit dar, von anfangs süsslichem, hinterher intensiv bitterem Geschmack und schwach alkalischer Reaction. Die Formbestandtheile, die man in ihr findet, sind zufällige Producte der Schleimhaut der Gallenblase und Gallengänge, und sind Epithelialzellen derselben, Schleimkörperchen und feine Molecule. Ueber die chemische Natur dieses Secrets sind bis in die neueste Zeit sehr viele Untersuchungen mit sehr widersprechenden Ergebnissen angestellt worden, und zwar beziehen sich dieselben hauptsächlich auf thierische Galle, während die Menschengalle fast noch gar nicht genauer geprüft worden ist. Eine Hauptschwierigkeit, die dieser Untersuchung entgegensteht, ist die ausserordentlich schnelle Zersetzbarkeit der Galle, durch welche dieselbe schon wenige Stunden nach dem Tode bei der in der Leiche noch längere Zeit verweilenden Wärme so verändert ist, dass ihre Analyse nicht mehr die Zusammensetzung der reinen Galle lehren kann. Aber auch bei Thieren, wo diese Schwierigkeit zu meiden ist, konnte man sich lange Zeit nicht vereinigen über die Natur der wesentlichen Gallenbestandtheile. Die meisten älteren Chemiker hielten die Galle für eine seifenartige Verbindung, und zwar für die Verbindung einer den Fettsäuren entsprechenden Säure mit Natron. *Thénard* (1806) kam durch seine Untersuchungen zu der Ansicht, dass die beiden wesentlichen Bestandtheile der Galle ein durch basisch essigsaures Bleioxyd fällbarer Körper, das Gallenharz, und ein durch Bleiessig fällbarer, das Picromel, seien und dass sie ausser den verschiedenen Salzen noch eine eigenthümliche gelbe durch verdünnte Salpetersäure fällbare thierische Substanz (Gallenschleim) enthalte. *Gmelin* (1826), der einen andern Weg bei seinen Untersuchungen einschlug, sah auch das Gallenharz und das Picromel als die Hauptbestandtheile der Galle an, entdeckte zuerst das Cholesterin, die Cholsäure und das Taurin, und gibt ausserdem eine Menge unbebstimmte extractive Materien, unter denen er auch Casein und Ptyalin zu finden glaubte, als in der Galle enthalten an. *Demarçay* (1838) nahm wieder an, dass die Galle eine seifenartige Verbindung einer von ihm Choleïnsäure genannten Säure mit Natron sei; er stellte diese stickstoffhaltige Säure durch Versetzen der Galle mit verdünnter Salzsäure und Abdampfen dar, wobei sie sich ausscheidet. Dampfte er aber die Galle mit concentrirter Salzsäure ab, so erhielt er eine braune brüchige Substanz, die er für identisch mit *Gmelin's* Gallenharz und als Zersetzungsproduct der Choleinsäure, Choloidsäure, bezeichnet, und ausserdem Taurin. Bei Behandlung der Galle mit Aetzkali erhielt er unter Freiwerden von Ammoniak eine braune krystallinische Masse, die er als Cholsäure bezeichnet. Sie besteht nach ihm in 100 Th. aus C 63,662, H 8,365, N 3,596, O 24,377. *Berzelius* (1840) erhielt aus seinen ausgezeichneten Untersuchungen folgende Resultate. Zunächst fand er 2 eigenthümliche Farbstoffe in der Galle: *a)* das Biliverdin (Gallengrün), welches aus dem alkoholischen Extract als schwarzbrauner erdiger, in Wasser unlöslicher, in Alkalien löslicher, durch Säuren aus dieser Lösung fällbarer Körper erhalten wird und identisch mit Chlorophyll sein soll; *b)* das Bilifulvin, einem braunrothen krystallinischen Farbstoff. Als Hauptbestandtheil der Galle betrachtet *Berzelius* das Bilin, einen gelblichen durchscheinenden, bitteren und unbestimmt süsslich schmeckenden, in Wasser und Alkohol löslichen, in Aether unlöslichen Körper, welcher mit dem Gallenzucker *Gmelin's* identisch, aber nicht krystallinisch ist. Es wird nicht gefällt durch Säuren, Chlor, Alkalien, Erd- und Metallsalze, verbindet sich aber mit denselben zu sehr leicht löslichen Verbindungen. Dieses Bilin zeichnet sich durch seine ausserordentlich grosse Zersetzbarkeit aus, durch welche es schon im Körper theilweise umgewandelt wird. Die Hauptproducte dieser Zersetzung sind: *a)* die Fellinsäure; *b)* Cholinsäure; beide Säuren finden sich in der Galle schon präformirt und zwar verbindet sich das Bilin selbst mit denselben zu Bilifellinsäure; *c)* Taurin; *d)* Dyslysin. Ausserdem lassen sich noch mehrere untergeordnete Zersetzungsproducte aus dem eigentlichen Gallenstoff darstellen. Die Galle enthält ferner noch Gallenschleim, verschiedene Fette, darunter ein eigenthümliches unverseifbares Fett, das Cholesterin, mehrere nicht näher bezeichnete extractive Materien und Salze, als: Chlornatrium, phosphorsaure, milchsaure Alkalien, phosphorsaure Erden. Dieser Ansicht von *Berzelius* über die Zusammensetzung der Galle schliesst sich *Mulder* (1847) in allen Punkten an; derselben gegenüber steht die von *Liebig* und dessen Schülern, besonders *Strecker*, aufgestellte Ansicht, nach welcher die wesentlichen Bestandtheile der Galle die Natronsalze zweier eigenthümlicher Säuren, einer stickstoffhaltigen aber schwefelfreien und einer schwefelhaltigen und stickstoffhaltigen sind. Dieser Ansicht haben sich jetzt die meisten Chemiker angeschlossen, *Lehmann* gab den beiden Säuren zur Vermeidung von Verwechselungen mit gleichnamigen ganz andern Körpern andere Namen. Die beiden Säuren sind 2 gepaarte Säuren, d. h. Verbindungen einer Säure, der stickstofffreien Cholsäure *(Demarçay)*, oder Cholalsäure *(Liebig)*, mit 2 verschiedenen Paarlingen, dem Glycin und dem Taurin, welche beide stickstoffhaltig, letzteres auch schwefelhaltig ist. *a)* Die Glycocholsäure *(Lehmann)*, Cholsäure *(Liebig)* oder Gallensäure $= C_{52} H_{43} N O_{11} + HO$, zusammengesetzt aus der Cholsäure $C_{48} H_{39} O_9, HO$ und einem dem Fumaramid isomeren Körper $C_4 H_5 N O_2$, der beim Ausscheiden aus der Verbindung in Glycin übergeht, krystallisirt in feinen Nadeln,

schmeckt bitterlich süss, löst sich leicht in Weingeist, Wasser, wenig in Aether; ferner ist sie leicht löslich in concentrirter Essigsäure, Schwefelsäure und Salzsäure, in Alkalien, aus welcher Lösung sie durch Säuren harzartig gefällt wird. Durch Kochen mit Alkalien zerfällt sie in Cholsäure und Glycin, durch Kochen mit Schwefelsäure oder Salzsäure in Choloidinsäure und Glycin. Sie hat mit der Taurocholsäure und der Cholsäure die eigenthümliche Pettenkofer'sche Reaction gegen Schwefelsäure und Zucker gemein. Aus der frischen Galle wird sie durch neutrales essigsaures Blei gefällt; aus dem alkoholischen Extract der Galle wird durch Aether das glycocholsaure Natron harzartig gefällt, dasselbe scheidet aber aus diesem harzartigen Niederschlag allmälig in schönen Krystalldrusen von feinen Nadeln aus. *b)* Taurocholsäure *(Lehmann)*, Choleinsäure *(Liebig)*, Bilin *(Berzelius)* $= C_{52} H_{45} N S_2 O_{14}$, besteht aus Cholsäure $= C_{48} H_{39} O_9$ und einem Paarling $C_4 H_6 N S_2 O_5$, der beim Freiwerden Taurin bildet. Sie krystallisirt nicht, löst sich leichter in Wasser als die erste Säure, löst leicht Fette, Fettsäuren, Cholesterin. Sie zersetzt sich an der Luft, beim Kochen mit Mineralsäuren zerfällt sie in Choloidinsäure und Taurin, beim Kochen mit Alkalien in Cholsäure und Taurin. Aus der frischen Galle wird sie durch basisch essigsaures Blei gefällt. Sie gibt ebenfalls die Pettenkofer'sche Reaction. Die übrigen Bestandtheile der Galle sind: der Farbstoff, das Cholepyrrhin, Schleim, neutrale Fette: Elain und Margarin, elain- und margarinsaures Natron, Cholesterin; die anorganischen: Chlornatrium, phosphorsaures Natron, phosphorsaure Kalk- und Talkerde, Eisenoxyd und kohlensaures Natron.

Die Function, welche die Galle bei der Verdauung zu erfüllen hat, ist sehr verschieden erklärt worden, von Einigen ist die Galle sogar als blosses Excret betrachtet worden, wogegen indess schon ihr Zutritt in den obersten Theil des Darmtractus spricht. Eine von *Boerhaave* aufgestellte, vielfach nachgesprochene Ansicht, die Galle diene dazu, die freie Säure des Chymus zu neutralisiren, ist völlig falsch, da die neutrale, höchstens schwach alkalische Galle unmöglich so viel Säure sättigen kann. Eine zweite, bis auf die neueste Zeit von den meisten Physiologen angenommene Ansicht spricht der Galle die Function zu, aus dem Chymus den Chylus zu fällen; die Art und Weise, wie sie dies ausführen sollte, wurde verschieden gedacht. Nach *Haller* sollten die Fette des Chymus gelöst und durch das Alkali der Galle in eine Emulsion verwandelt werden; *Prout* glaubte, dass durch dieselbe die im Magen gelösten eiweissartigen Körper wieder in Eiweiss verwandelt würden. *Autenrieth* und *Werner* meinten, dass der Chylus gefällt werde, indem das Alkali der Galle die Säure des Chymus sättige. *Brodie* wollte nach Unterbindung des Gallenganges keinen weissen Chylus mehr in den Chylusgefässen gefunden haben. Indessen fanden *Tiedemann* und *Gmelin*, *Leuret* und *Lassaigne*, *Magendie* u. s. w. keinen Unterschied in der Zusammensetzung des Chylus, mochte die Galle vom Darm abgesperrt sein oder nicht. *Tiedemann* und *Gmelin* wiesen zugleich nach, dass der bei Vermengung von Galle und Chymus entstehende weissliche Niederschlag nicht, wie *Autenrieth* meinte, Chylus sei, sondern präcipitirter Gallenschleim. Eine Lösung der Fette, wie sie *Haller* annahm, durch die Galle, ist keinem Experimentator später gelungen; eine Emulsion bildet sie allerdings mit denselben, wie jede zähe Flüssigkeit, und dies ist jedenfalls eine Function der Galle, die sie mit dem pancreatischen Saft und dem Secret der Darmdrüsen theilt. Gegen die Annahme von *Prout*, dass die Galle die gelösten eiweissartigen Stoffe wieder in Eiweiss verwandele, sprechen ebenfalls die Versuche. Die Ursache, dass im Dünndarm wieder ein durch Hitze coagulirbares Eiweiss gefunden wird, liegt, wie *Valentin* nachwies, in der alkalischen Reaction des Secrets der Darmwände. Galle mit geronnenem Eiweiss, Fleisch oder auch vegetabilischen Nutrimenten Wochen lang digerirt, verändern dieselben in keiner Weise, trägt also nicht das Geringste zur Auflösung der Nahrungsmittel bei. Ebenso irrig ist die Annahme von *Meckel* und *Marchand*, dass die Galle Traubenzucker in Fett umwandele. Obwohl es hiernach scheint, als sei die Galle blosses Excret und betheilige sich nicht bei dem Verdauungsprocess, so sprechen dagegen doch die Versuche von *Schwann*, welcher bei Hunden den Gallengang unterband, aber zugleich eine Gallenblasenfistel nach Aussen anlegte, so dass nicht die tödtlichen Folgen der gehemmten Gallensecretion eintreten konnten. Alle diese Hunde starben nach kürzerer oder längerer Zeit, manche freilich erst nach einem Jahr. Hieraus lässt sich allerdings nur so viel schliessen, dass der Mangel der Galle im Darmkanal nach längerer Zeit den Tod herbeigeführt, was aber dann die Ursache des Todes ist, lässt sich aus diesen

Versuchen durchaus nicht ermitteln. Die Länge der Zeit, welche die Thiere nach der Operation noch fortlebten, spricht dafür, dass die Galle im Darm keine so wesentlichen Functionen, wie etwa der Labsaft, sondern nur untergeordnete zu erfüllen habe. Diese sind folgende. 1) Betheiligt sich die Galle in Gemeinschaft mit dem pancreatischen und Darm-Saft an der Verdauung der Fette, indem sie eine höchst feine Vertheilung derselben bewirkt, und sie so zur Resorption geeignet macht. 2) Uebt die Galle antiseptische Wirkungen im Darmkanal aus, wie die ausserordentlich schnelle faulige Zersetzung der Darmcontenta bei abgesperrtem Gallenzufluss lehrt. 3) Trägt die Galle durch ihren Wasserreichthum zur Verdünnung des Darminhaltes bei, wodurch dieselben der Resorption nach enosmotischen Gesetzen zugänglich werden. Nach *Tiedemann* und *Gmelin* soll endlich die Galle noch die Secretion der Darmdrüsen und die peristaltische Bewegung der Darmwände vermehren. — Was die **Veränderungen** betrifft, **welche die Galle selbst während ihres Durchganges durch den Darmkanal** betrifft, so findet man, dass ein kleiner Theil der Galle von den Darmcapillaren wieder aufgesogen, und so wieder in den Kreislauf gebracht wird, um dort nach *Liebig's* Ansicht der Respiration zu dienen, der grösste Theil dagegen in veränderter Form mit den Excrementen ausgeschieden wird. Gleich bei dem Eintritt der Galle ins Duodenum wird durch die Säure des Chymus der Schleim und ein Theil des Farbstoffs präcipitirt. Die Galle selbst erleidet allmälig dieselben Metamorphosen, welche sie ausserhalb des Organismus durch Säuren erleidet, d. h. sie wird in Taurin, Choloidinsäure und schliesslich in Dyslysin verwandelt; je mehr man sich dem Ende des Darmtractus nähert, desto weniger lässt sich unveränderte Galle nachweisen; in den Fäcalmassen findet man das Taurin, Choloidinsäure und grosse Mengen Dyslysin; Glycin ist bis jetzt noch nicht nachgewiesen. Auch der Farbstoff der Galle wird im Darmkanal völlig metamorphosirt, er nimmt eine immer dunkler werdende braune Farbe an, und gibt endlich nicht mehr auf Zusatz von Salpetersäure den bekannten Farbenwechsel.

c. Der **pancreatische Saft**, *succus pancreaticus*, das Secret des *pancreas*, der Bauchspeicheldrüse, welches zugleich mit der Galle in den Zwölffingerdarm ergossen wird, um das Seinige zur Verdauung beizutragen. Bis in die neueste Zeit war über dieses Secret noch sehr wenig Positives ermittelt, weder über seine chemische Constitution noch über seine physiologische Dignität, nur haltlose auf keinen Thatsachen beruhende Hypothesen wurden über die Rolle, die der pancreatische Saft bei der Verdauung spiele, aufgestellt. Das Haupthinderniss, welches sich einer wissenschaftlichen Prüfung desselben entgegenstellte, war die Schwierigkeit, sich denselben rein zu verschaffen. Die ersten zuverlässigen Angaben über denselben rühren von *Tiedemann* und *Gmelin*, *Leuret* und *Lassaigne* her; neuere wichtige Aufschlüsse von *Blondlot*, *Bouchardat* und *Sandras* und besonders *Cl. Bernard* und von *Frerichs*. Sowohl über die chemische Zusammensetzung als über die physiologische Bedeutung sind die Resultate dieser Arbeiten nicht völlig übereinstimmend. Nach *Bernard* ist der pancreatische Saft ein klares, zähes, alkalisches Fluidum, welches beim Kochen vollständig zu einer festen Masse gerinnt. Das Gerinnsel verhält sich gegen Reagentien wie Eiweiss, ausser insofern es, durch Alkohol präcipitirt, in Wasser sich lösen soll. Als krankhaft bezeichnet derselbe die Flüssigkeit, die man unmittelbar nach der Operation aus der Drüse erhält, welche durch Siedehitze und Alkohol nicht gefällt werden soll. *Frerichs*, der hauptsächlich den Bauchspeichel von Eseln, denen er vom Duodenum aus mit möglichster Schonung eine Canüle in den *ductus Wirsungianus* brachte, gibt Folgendes an. Der pancreatische Saft ist eine klare, fadenziehende, alkalische Flüssigkeit, von 1,008 spec. Gew., welche durch Kochen nur getrübt wird. Essigsäure gibt eine im Ueberschuss lösliche Trübung, Kaliumeisencyanür in der essigsauren Lösung einen Niederschlag; hierdurch sowie durch ihr Verhalten gegen Salpetersäure ist diese Substanz hinreichend als Eiweiss charakterisirt. Ausserdem enthält er einige nicht näher untersuchte extractive Materien, etwas Fett, von Salzen: Chlornatrium, phosphorsaures Natron, schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Erden. Der pancreatische Saft enthält ebenfalls einen Fermentkörper, d. h. eine in Zersetzung begriffene organische Materie, welche die Ursache dieser schnellen Zersetzung ausserhalb des Organismus ist, durch welche er wahrscheinlich die unten zu beschreibende verdauende Wirkung ausübt. Seine Absonderung ist, wie die des Magensaftes, keine stetige, nur während der Verdauung wird er energisch secernirt.

Auch für die **Wirkung des pancreatischen Saftes als Verdauungsflüssigkeit** sind erst in neuester Zeit positive Thatsachen auf experimentellem Wege gewonnen worden. Zuerst wurde von *Valentin*, *Bouchardat* und *Sandras* ermittelt und von allen spätern Beobachtern bestätigt, dass der pancreatische Saft ein energisches Vermögen, ebenso wie der Mundspeichel, besitzt, Stärkemehl in Zucker umzuwandeln. *Bernard* stellte die Be-

hauptung auf, dass der pancreatische Saft, und zwar dieser allein, der Verdauung der Fette vorstehe; er gelangte zu dieser Ansicht nach folgenden Versuchen: 1) fand er, dass Fette mit demselben geschüttelt eine feine Emulsion bildeten, nach längerer Zeit aber dieselben zersetzt und die Fettsäure ausgeschieden werde; 2) beobachtete er, dass nach Unterbindung der Ausführungsgänge des Pancreas Hunde bei fettreicher Nahrung keinen milchigten Chylus mehr bildeten; 3) dass bei Kaninchen, die mit Oel gefüttert wurden, nur unterhalb der Einmündung jener Gänge die Chylusgefässe einen weissen Chylus enthielten, nicht oberhalb. Es lässt sich jedoch gegen diese Versuche und deren Deutung manches einwenden. Die Ueberführung der Fette in Emulsion ist bei der Zähigkeit der Flüssigkeit sehr erklärlich und auch vielfach bestätigt worden; die Zersetzung der Fette aber, die *Bernard* nach längerem Stehen beobachtete, ist nur die Wirkung der Fäulniss gewesen; jede faulende organische Substanz bringt dieselbe Wirkung hervor. Dass aber auch ohne pancreatischen Saft eine Resorption des Fettes in die Chylusgefässe möglich ist, haben andere Beobachter, besonders *Frerichs*, durch Versuche dargethan. Derselbe fand auch nach Unterbindung des *ductus Wirsungianus* bei fettreicher Nahrung die Chylusgefässe der Katzen mit weissem Chylus erfüllt, jedoch nicht in dem Grade, als wenn der pancreatische Saft Zutritt hatte. Es ergibt sich hieraus, dass derselbe nicht unbedingt nöthig zur Verdauung der Fette ist, dass er aber in Gemeinschaft mit der Galle und dem Secret der Darmdrüsen dazu beiträgt, dieselben in eine Emulsion zu versetzen und mithin deren Resorption von Seiten der Chylusgefässe zu erleichtern. Auf eiweissartige Substanzen übt dieses Secret durchaus keine verdauende Wirkung aus. Hingegen scheint es einen wichtigen Einfluss auf die Galle auszuüben, insofern es die Umwandlung derselben in ihre unlöslichen, also der Resorption nicht mehr zugänglichen Zersetzungsproducte befördert.

Der Verdauungsprocess in den Dünndärmen gestaltet sich, wie aus den beschriebenen Wirkungsweisen der dazu bestimmten Secrete hervorgeht, folgendermaassen. Die im Magen bereits gelösten Nahrungsstoffe, d. h. der kleine Theil derselben, der, nicht resorbirt, in den Dünndarm übergeht, erleidet daselbst keine Veränderungen mehr, sondern wird nach den Gesetzen der Enosmose daselbst von den Resorptionsorganen aufgenommen; die ungelösten Nahrungsstoffe verhalten sich nach ihrer Natur verschieden. Die ungelösten eiweissartigen Körper bleiben unverändert, soweit sie nicht noch etwa im obern Theile durch den aus dem Magen mit fortgeführten Labsaft gelöst werden, ebenso verhält es sich mit allen aus leimgebendem Gewebe bestehenden Gebilden. Auch die aus Cellulose bestehenden vegetabilischen Theile widerstehen der Einwirkung der Verdauungsflüssigkeiten im Dünn- und Dickdarm. Es bleiben daher für die Verdauung im Dünndarm nur die Kohlenhydrate, insbesondere das Amylum und die Fette, übrig. Der Theil des Amylums, zu dessen Umwandlung im Magen der verschluckte Speichel nicht ausreichte, wird durch den hinzutretenden pancreatischen Saft, weniger durch den Darmsaft, sofort in Traubenzucker umgesetzt. Auf dem langen Wege jedoch, den die Contenta im Dünndarm zu durchlaufen haben, überschreitet die Metamorphose des Stärkemehls gewöhnlich noch die Zuckerbildung, indem ein Theil des gebildeten Zuckers hauptsächlich durch das alkalische Darmsecret in Milchsäure, diese nach *Frerichs* Beobachtungen zuweilen noch weiter in Buttersäure umgewandelt wird. Die übrigen zu den Kohlenhydraten gehörigen Bestandtheile der Nahrungsmittel

werden, soweit dies nicht schon im Magen geschah, einfach gelöst und resorbirt. Was nun die Fette betrifft, so wird, wie schon erwähnt, ihre Verdauung im Dünndarm erst begonnen und daselbst auch vollendet. Diese Verdauung besteht indessen nicht in einer chemischen Zersetzung der Fette, welche nur nach ***Bernard's*** Ansicht durch den pancreatischen Saft bewerkstelligt werden soll, sondern lediglich in einer mechanischen feinen Zertheilung derselben, durch welche sie zur Resorption geeignet gemacht werden. Diese emulsive Wirkung, vermöge welcher das Fett in äusserst feine $\frac{1}{1000}'''$ grosse Molecule zertheilt wird, üben gemeinschaftlich die drei zähen Verdauungssecrete des Dünndarms: Galle, pancreatischer Saft und Darmsaft, aus.

Ueber die Art des Uebergangs des Fettes in die Chylusgefässe der Darmzotten besitzen wir die besten zuverlässigsten Beobachtungen von *E. H. Weber*. Sobald einmal erwiesen war, dass die Chylusgefässe in den Zotten nicht in eine nach dem Darmlumen offene Ampulle, wie sie *Lieberkühn* beobachtet haben wollte, endigten, kam es darauf an, zu erweisen, auf welche Weise die Fetttröpfchen des Chylus durch die verschiedenen Zellenschichten der Zellen hindurch in die Chylusgefässe gelangten. Gegen das Vorhandensein freier Oeffnungen, in welche der Chylus mechanisch hineingepresst würde, liess sich im Voraus einwenden, dass dann die Zotten, welche bei jeder Anfüllung des Darmes comprimirt werden, ein zum Einsaugen völlig unpassender Apparat wären. Aber es sind auch nirgends solche Oeffnungen nachzuweisen. Die Basen der Epithelialcylinder sind durch eine Membran geschlossen, wie sich *Weber* bei deren Imbibition mit Wasser überzeugte. Derselbe fand die Cylinderepithelien besonders an der Zottenspitze während der Verdauung sehr häufig mit feinen Fetttröpfchen völlig erfüllt, ebenso die unter dem Epithelialüberzug liegende Schicht von runden Zellen, und zwar will *Weber* in letzteren wiederholt einen doppelten Inhalt gesehen haben, theils eine undurchsichtige milchige weisse, theils eine durchsichtige ölige Flüssigkeit. In diese Zellen gelangen die Fetttröpfchen, welche erst innerhalb der Chylusgefässe] eine Hülle von einer eiweissartigen Substanz erhalten, nach den Gesetzen der Enosmose; da die Annahme einer Dehiscenz der Zellen und nachmaligen Schliessung derselben, nach Analogie der *Graaf*'schen Follikel, jedes Beweises und selbst der Wahrscheinlichkeit entbehrt. Von den Zellen aus gelangt das Fett auf dieselbe Weise in die capillaren Anfänge der Chylusgefässe. Ein grosser Theil des genossenen Fettes geht übrigens unresorbirt in den Blinddarm über, der Organismus scheint, wie aus Versuchen von *Boussingault* hervorgeht, nur ein gewisses Quantum Fett in gegebener Zeit aufnehmen zu können.

Die im Dünndarm sich entwickelnden **Gase** sind theils aus dem Magen mit übergeführt, theils aus den Nahrungsmitteln gebildet, hauptsächlich und durch eine abnorme Zersetzung derselben. Sie bestehen aus Kohlensäure, Stickstoff und Wasserstoff.

IV. Dickdarmverdauung, Nachverdauung.

Die Beschaffenheit des Speisebreies, wenn derselbe nach vollendeter Einwirkung der Verdauungsflüssigkeiten des Dünndarms in den Dickdarm übergeht, ist nicht immer gleich und hängt von der Qualität und Quantität der eingeführten Nahrungsmittel ab. Eine constante Veränderung der Contenta im Dünndarm ist die allmälige Eindickung und dunklere braune Färbung. Die mikroskopische Untersuchung zeigt in denselben: unverdautes Fleisch, Sehengewebe, besonders aber die aus Cellulose bestehenden vegetabilischen Gewebe, ferner Fetttröpchen,

noch unveränderte Amylumkörperchen und endlich Formelemente, welche von der Dünndarmschleimhaut herrühren. Die Reaction, welche im Duodenum gewöhnlich stark sauer ist, pflegt der allmäligen Neutralisation wegen am Ende des Ileums neutral oder alkalisch zu sein, doch nicht immer; so findet man auch im Ileum oft einen sauern Inhalt, wenn viel Milchsäure aus den Amylaceen gebildet wurde. Die Menge der freien Säure hängt von der Art der Nahrung ab. Gelöste eiweissartige Körper sind immer noch im Inhalte des Ileums nachweisbar, doch in weit geringerer Menge als im obern Theil des Dünndarms; ausserdem der aus dem Amylum gebildete Zucker, der nicht resorbirte Theil des Fettes, die Bestandtheile der Galle und anorganische Verbindungen in schwankenden Verhältnissen.

Man hat früher fast allgemein den **Blinddarm** einen zweiten Magen und den dort vor sich gehenden Verdauungsprocess eine zweite Magenverdauung genannt, wahrscheinlich mehr wegen des äussern Ansehens dieses Organs, welches besonders bei Pflanzenfressern eine enorme Grösse erreicht, als durch positive Beobachtungen des Processes daselbst auf diese Ansicht gebracht. Der Blinddarm gleicht weder seiner feinern anatomischen Structur, noch der Beschaffenheit seines Secrets nach dem Magen auch nur im entferntesten. Die drüsigen Secretionsorgane desselben gleichen durchaus nicht den Labdrüsen des Magens, sondern sind dieselben, wie wir sie im ganzen übrigen Dickdarm beobachten, und unterscheiden sich von den Lieberkühn'schen Drüsen des Dünndarms nur durch ihre grösseren Durchmesser. Das **Secret des Coecums** ist alkalisch, wie das des Dünndarms, mit dem es in allen Eigenschaften völlig übereinstimmt. Diejenigen Beobachter, welche ihm eine saure Reaction zuschrieben, schöpften diesen Irrthum aus der Reaction der Contenta, welche allerdings in Folge der aus den Amylaceen gebildeten Milch- und Buttersäure sehr oft sauer ist; bei einer animalischen Nahrung sind indess die Coecalcontenta stets neutral oder selbst alkalisch und enthalten krystallinische phosphorsaure Ammoniak-Talkerde. Bei vegetabilischer Nahrung ist es die Aufgabe des Blinddarms, die Verdauung der Kohlenhydrate, die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker und Milchsäure fortzusetzen, sowie die Umwandlung der Gallenbestandtheile in unlösliche Verbindungen zu vollenden. Die gelösten Eiweissverbindungen, die man zuweilen noch in den Dickdarmcontentis findet, rühren vielleicht von einer Lösung der Proteinstoffe durch die aus der Nahrung selbst gebildete Milchsäure her. Dasselbe, was über die Blinddarmverdauung gesagt wurde, gilt von dem Process im ganzen übrigen Dickdarm, eine eigentliche Verdauung findet daselbst nicht mehr statt; nur die Umwandlung der Amylacea wird noch spärlich fortgesetzt. Einige Physiologen nehmen zwar an, dass noch eine Verdauung des Eiweisses daselbst stattfinde, doch ist dies nicht wahrscheinlich, oder sie geht höchstens auf die oben angedeutete Weise von Statten. Ausserdem wird von dem Dickdarm der specifische Riechstoff geliefert, der den Fäcalstoffen ihren eigenthümlichen Geruch gibt. Die Galle findet man in den Dickdarmcontentis vollständig zersetzt; der Farbstoff ist umgewandelt und gibt nicht mehr die eigenthümliche Reaction gegen Salpetersäure, die beiden Säuren der Galle sind in Choloidinsäure und selbst in Dyslysin verwandelt, das Taurin ausgeschieden. Die **Gase**, welche sich im Dickdarm durch Zersetzung der Nahrungsmittel, besonders durch die Umwandlung der Amylacea in Milch- und Buttersäure, aber auch durch die Zersetzung der stickstoff- und schwefelhaltigen Substanzen bilden, bestehen aus Kohlensäure, grossen Mengen Stickstoff, ausserdem Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und etwas Schwefelwasserstoff.

Die **Darmexcremente, Koth,** *faeces, stercora, κόπρος*. Die Fäcalmaterien bestehen der Hauptsache nach aus ungelösten und unlöslichen Theilen der Ingesta, sowie

aus Niederschlägen von umgesetzter Galle; ausserdem enthalten sie Schleim und die Residuen der aufgelösten Stoffe, deren Resorption nicht beendet wurde. Im Wesentlichen kommen demnach die Fäces mit den Dickdarmcontentis überein. Ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften gestalten sich sehr verschieden; bald reagiren sie (schwach) sauer, bald alkalisch, bald verhalten sie sich neutral. Die freie Säure in den Excrementen rührt von der Milchsäure, oft auch von der Buttersäure her, deren Bildung, so lange metamorphosirbare Kohlenhydrate vorhanden sind, im Colon und Rectum fortdauert. Die Consistenz und der Wassergehalt der Fäces hängt hauptsächlich von der profuseren oder spärlicheren Secretion der Schleimhäute und der mehr oder minder lebhaften Muskelthätigkeit des Darmkanales ab; niemals von dem Wassergehalte der Ingesta, weil der Einfluss desselben durch die schon im Magen sich geltend machenden Diffusionserscheinungen paralysirt wird. Die Beschaffenheit der Ingesta wird nur dadurch bestimmend für die Consistenz der Fäces, als ihre Bestandtheile, wie der Gehalt an Salzen mit alkalischer Basis u. s. w., bethätigend auf die Darmsecretion einwirken. Der eigenthümliche Geruch der Fäcalstoffe rührt nicht so sehr von Zersetzung der Speisereste, als von beigemengten zersetzten Gallenstoffen her. Man findet in den Fäces: *a)* von animalischen Nahrungsstoffen am gewöhnlichsten Muskelprimitivbündel, Fascien, Sehnen, Fettzellgewebe und Knochenpartikelchen. Die Muskelfasern erscheinen in Form länglicher oder viereckiger Platten, welche noch deutliche Querstreifen haben und durch Gallenpigment gelb tingirt sind. Bei Krankheit der Verdauungsorgane erscheinen in den Fäces oft Bruchstücke von geronnenem Eiweiss; bei zu reichlichem Fettgenuss werden die Fäces fetthaltig. *b)* Von den vegetabilischen Alimenten finden sich in den Fäces viel zahlreichere und mannichfaltigere Ueberreste. Fast alle aus Cellulose bestehenden Formgebilde werden unverändert wieder ausgeschieden (meistens in einzelnen oder in Haufen von Parenchymzellen getrennt), nur die ganz jungen Zellen werden verdaut. Die Zellen selbst sind bald ihres Inhalts beraubt, bald führen sie denselben noch mit sich (Chlorophyll, Stärkekügelchen). Ausserdem zeigen sich verschiedenartige Gefässbündel, Epidermis; grüne, roh genossene Vegetabilien erscheinen zuweilen ganz unverändert wieder. Von den durch die Verdauung gelösten Bestandtheilen der Ingesta, deren Resorption nicht beendet wurde, kommt in den Fäcalstoffen sehr oft Zucker (bei Brod- oder Kartoffelnahrung), ferner Eiweiss und endlich ein Rest der leicht löslichen Salze. — Einen Hauptbestandtheil der Excremente machen immer die Gallenbestandtheile aus; von ihnen findet sich nur das Cholesterin unverändert, alle übrigen haben Veränderungen erlitten. Der Gallenfarbstoff zeigt nicht mehr das charakteristische Verhalten gegen Salpeter- und Salzsäure; die Cholsäure und Choleinsäure sind grösstentheils in Choloidinsäure und Dyslysin umgesetzt, Taurin ist frei geworden. Bei Diarrhöen, wo die Darmcontenta schneller ihren Weg zurücklegen, schreitet die Metamorphose der Galle weniger weit vor; hier zeigt der Gallenfarbstoff noch sein charakteristisches Verhalten und ein grösserer Theil der Cholsäure tritt unverändert zu Tage.

Milz, *lien*, *splen*.

Die Milz (s. Bd. I. S. 713), ein Organ, welches nur den Wirbelthieren eigen, ist äusserlich von einer derben, festen, weisslichen, fibrösen, mit einem Peritonäalüberzuge versehenen Haut (*tunica fibrosa s. propria,* Albuginea) begränzt, die ausser Bindegewebsfasern auch noch gröbere und feinere, netzförmig verflochtene elastische Fasern enthält (welche an der innern Fläche reichlicher als an der äussern sind). Musculöse Fasern kommen beim Menschen in dieser Hülle nicht vor, wohl aber beim Hunde, bei den Katzen, dem Schweine und Schaafe *(Kölliker)*. Diese Albuginea schickt zahlreiche Fortsätze, als Gefässscheiden und Balken, nach innen, welche als ein festes Gerüste (Stroma) das weiche Parenchym durchziehen und stützen. Am Hilus der Milz, wo die Gefässe ein- und austreten, wird nämlich die Albuginea nicht durchbrochen, sondern sie schlägt sich trichterförmig nach einwärts und dringt, die Gefässe scheidenartig umgebend, in die Substanz der Milz. In den Räumen der netzartig zusammentretenden Balken ist die weiche Pulpa der Milz eingebettet, in welcher die Milzbläschen zerstreut herum liegen und ausserdem noch Elementarkörperchen, Zellenkerne und Zellen gefunden werden.

Die Gefässscheiden sind an den Arterien stärker, als an den Venen, an letzteren verlieren sie sich auch bald, während sie noch an Arterien von

0,03‴ Dm. nachzuweisen sind *(Gerlach)*. Eine jede Scheide (denn es gibt so viel Scheiden als Arterienzweige) nimmt vom Hilus an nebst der Arterie auch die Vene, Lymphgefässe und die Nerven auf; die dünnwandige Vene legt sich dicht an die innere Wand der Scheide an und verbindet sich mit derselben anfangs lockerer, weiterhin in den Verzweigungen inniger. Diese Scheidenfortsätze spalten sich mit den enthaltenen Gefässen in immer feinere Zweige und verbinden sich mit den Balken *(Ecker)*.

Die Balken, *trabeculae*, sind grösstentheils solide, platte oder cylindrische Fäden von sehr verschiedenem Dm. (es gibt sehr feine und sehr breite), welche von der ganzen innern Oberfläche der Albuginea (in Entfernungen von 0,2 — 0,5‴) entspringen, sich vielfach theilen und wieder verbinden, und so ein, dem cavernösen Körper ähnliches Balkennetz bilden. Da, wo mehrere zusammenstossen, findet sich meist ein plattes, fibröses Knötchen. Auch die Milzbläschen dienen häufig kleineren Trabekeln zum Ansatz und zu Vereinigungspunkten. Einige wenige Balken schliessen kleine Gefässchen ein, die in denselben zur Oberfläche der Milz laufen. Der Hauptbestandtheil der Balken sind elastische Fasern (mittlerer Breite), welche parallel mit der Längsrichtung der Balken verlaufen und Bindegewebsfasern zwischen sich nehmen. Ausserdem hat man *(Kölliker, Wagner, Ecker)* auch spindelförmige organische Muskelfasern (mit rundlichem seitlich an der Faserzelle, bisweilen selbst wie an einem Stiele ansitzendem Kerne) beobachtet, so dass demnach das Milzstroma elastisch und contractil ist. *Gerlach* ist gegen die musculöse Natur der länglichen Zellen und will sie eher mit den Lymphgefässen der Milz, als mit deren Balken in Zusammenhang gebracht wissen. Selbst *Kölliker* gibt in neuester Zeit die Deutung dieser Gebilde als Muskelfaserzellen auf. Bei Thieren sind sie aber sicher vorhanden und hier vorzugsweise in den feinsten Bälkchen angehäuft.

Die Milzpulpa, welche die Räume des Balkennetzes ausfüllt, ist aus zweierlei Bestandtheilen zusammengesetzt; die Hauptmasse bildet eine weiche, rothbraune Masse, die rothe Substanz, und in dieser zerstreut liegen mehr oder minder deutliche, weiche, weissliche (bald mehr durchscheinende, bald opake), runde Körperchen, die sogenannten Milzbläschen. — Die **Milzbläschen**, Milzkörperchen, *corpuscula Malpighii*, welche am deutlichsten bei Wiederkäuern und kurz nach der Verdauung zu sehen sind, stellen mit Flüssigkeit erfüllte Bläschen von runder oder ovaler Gestalt dar, die bisweilen durch stellenweise Einschnürungen etwas gelappt sind. Ihre Grösse ist zu verschiedenen Zeiten verschieden und wechselt ungefähr zwischen $^1/_6$ und $^1/_4$‴. Sie sitzen traubenförmig gruppirt, wie Beeren, an den Arterienverzweigungen und sind, mit Ausnahme der Stelle, mit der sie festsitzen, allenthalben von der rothen Substanz umgeben. Jedes Bläschen scheint ein besonderes Stielchen zu haben; allein dieses ist stets ein kleiner Arterienzweig, welcher sich dann auf der Wand des Bläschens ausbreitet; bisweilen tritt auch ein Bälkchen an ein Milzbläschen. — Die Wand dieser Bläschen ist nach *Gerlach* structurlos, oder bisweilen leicht körnig; auf ihrer äussern Fläche liegen zahlreiche Fasern, welche sich von feinen elastischen Fasern nur dadurch unterscheiden, dass sie ziemlich gerade verlaufen und dass ihre Züge sich häufig gegenseitig durchstricken. Nach *Ecker* ist aber eine eigene Drüsenmembran an den Bläschen nicht nachzuweisen, und es hat die Haut der Bläschen einen unmittelbaren Zusammenhang mit der Gefässscheide, ist eine Fortsetzung derselben, denn man sieht, wie das elastische Fasernetz des Bläschens sich unmittelbar in die elastischen Fasern der Gefässscheide fortsetzt. Auf den Milzbläschen theilen sich nach *Ecker* die Arterienästchen, die an dieselben treten, sogleich in mehrere Zweige, die an den Seiten derselben fortlaufen, um sie am entgegengesetzten Ende wieder zu verlassen, ohne ein Capillarnetz auf den Bläschen gebildet zu haben. Dagegen treten nach *Gerlach* die feinsten Arterienästchen zu den Milzbläschen und breiten sich auf der Wand derselben aus, indem sie hier in Capillaren von 0,005‴ Dm. sich zertheilen, welche sich über die Milzbläschen hinaus

in die Pulpa erstrecken und dann in Venen übergehen. Der **Inhalt der Bläschen** ist flüssig, gewöhnlich farblos, bisweilen etwas röthlich, und besteht aus einem flüssig bleibenden (bisweilen gerinnenden) Plasma und darin suspendirten festen Formbestandtheilen. Die letzteren sind hauptsächlich runde, meist körnige Kerne (mit einem Kernkörperchen) und Zellen (mit 1 oder 2 Kernen), die blass, leer oder mit feinen Körnchen gefüllt sind. Ausserdem kommen aber noch Elementarkörner und Blutkörperchen führende Zellen im Milzbläscheninhalte vor, deren Anzahl jedoch ziemlich beschränkt und deren Grösse nach der Zahl und Grösse der enthaltenen Blutkörperchen wechselnd ist (0,005—0,01‴ Dm.). Ueber die Bedeutung dieser Zellen mit Blutkörpern, die übrigens auch in der rothen Substanz der Pulpa gefunden wurden, ist man noch nicht einig. Einige meinen, dass hier farbige Blutkörperchen zerfielen, während Andere dieselben hier entstehen lassen (auf ähnliche Weise wie die endogene Vermehrung der Blutkörperchen in der embryonalen Leber zu Stande kommt). Auch über die Frage, ob die Milzbläschen vollkommen geschlossene Blasen (Drüsenbläschen) sind oder ob sie mit einem, der in der Milz vorhandenen Röhrensysteme, namentlich mit den Lymphgefässen, zusammenhängen, herrscht noch Streit. *Gerlach* führt als Beweis für den Zusammenhang der Milzbläschen mit den Lymphgefässen an, dass in beiden dieselben Formelemente (Elementarkörner, Zellenkerne und Zellen) vorkommen und dass die Bläschen bei Druck ihren Inhalt in bestimmten Richtungen ergiessen, welche sich als Kanäle darstellen, deren Wandungen sich in der Structur mit denen der Bläschen so ziemlich gleich verhalten. Es ist ihm wahrscheinlich, dass die Bläschen als seitliche Ausstülpungen den Lymphgefässen ansitzen. *Ecker* spricht sich entschieden gegen den Zusammenhang der Milzbläschen mit irgend einem Röhrensysteme aus. — Die **rothe Substanz der Milzpulpa** ein Convolut sehr feiner Blutgefässe, welche den Hauptbestandtheil des weichen Milzparenchyms und das Bett für die Malpighischen Körperchen bildet, stellt eine sehr verschieden weiche, hell- oder dunkelrothe, dem Ansehen nach geronnenem Blute ähnliche Substanz dar, in welcher ausser Blutkörperchen folgende Formelemente von *Gerlach* beobachtet worden sind: Elementarkörner, jedoch nicht in sehr grosser Anzahl; **Zellenkerne** (d. s. die sogen. **Milzkörperchen**), welche (von 0,002‴ Dm.) den bei weitem grössten Theil der Milzpulpa bilden, theils körnig, theils homogen, rundlich, länglich oder auch etwas eckig sind, und bald ein oder mehrere, bald kein Kernkörperchen besitzen; Zellen (von 0,004—0,005‴ Dm.) mit einem, seltener mit 2 Kernen. Diese Formelemente, welche denen der Milzbläschen und Lymphe ganz ähnlich sind, sollen nach *Gerlach* nicht frei in den Maschen des Balkengewebes liegen, sondern innerhalb feiner Lymphgefässe. *Ecker* fand ausser den genannten Elementen auch noch Zellen, welche nebst einem Kerne auch noch Blutkörperchen (1—10, unverändert oder nur wenig verändert) enthielten. Ferner beobachtete er auch noch: gesättigt gelbe, theils runde, theils unregelmässige Körner, von der Grösse der Blutkörperchen bis zu der von Pigmentkörnchen, theils einzeln, theils in rundlichen Haufen; sodann Zellen mit solchen Körnern und Blutkörperchen; Klumpen aus zusammengeschmolzenen Haufen von gelben Körnern; farblose Körner von der verschiedensten Grösse und Menge, theils frei, theils in Zellen. Die Zellen mit Blutkörperchen und gelben Körnern hat *Gerlach* wohl in den Milzbläschen, aber nicht in der Pulpa, *Ecker* dagegen stets in letzterer und nicht in den Bläschen gefunden.

Die **Blutgefässe der Milz** sind im Verhältniss zur Grösse dieses Organs sehr zahlreich. Vorzüglich zeichnet sich die **Milzarterie** durch ihre verhältnissmässige Weite und Dicke der Wand aus. Sie tritt am Hilus in 6—12 Aeste gespalten und von ebensoviel röhrenförmigen Scheiden der Albuginea (zugleich mit einer Vene, Nerven und Lymphgefässen) umfasst, in das Innere, wo sie plötzlich nach allen Richtungen hin, strauchartig, in eine Menge verschieden langer und starker Aeste ausstrahlt, welche sich durch abermalige Theilung alsbald sehr verfeinern. An den feinsten Arterien-Aestchen sitzen die Milzbläschen an (s. oben); nach *Gerlach* sind letztere von einem Capillarnetze umsponnen, während nach *Ecker* die feinen Arterienästchen neben den Bläschen vorbei und dann erst in ein Capillargefässnetz übergehen, welches in der Pulpa rings um die Bläschen seine Lage hat. Indem an den Bläschen die feinere Vertheilung der Arterien ziemlich

plötzlich beginnt und dieselben darnach rasch in zahlreiche Zweige zerfahren, entstehen Gefässbüschel oder Quasten *(penicilli)*. Die aus der Theilung auf den Bläschen hervorgegangenen Arterienästchen besitzen keine unterscheidbare Gefässscheide mehr; sie strahlen in die Pulpa aus und bilden ein Capillarnetz. Das Haargefässnetz der Milz hat sehr enge Maschen, wird aber von ziemlich weiten Capillaren gebildet. — Die Milzvene übertrifft die Arterie in ihrem Lumen um das 3—5fache, hat sehr dünne Wände und keine Klappen. Die Zahl ihrer Aeste ist der der Arterienäste gleich; die Vertheilung derselben geschieht auf eine doppelte Weise; einmal theilen sie sich regelmässig dichotomisch in allmälig feinere Aeste, sodann aber münden *(stigmata Malpighii)* in den Stamm und die Aeste allseitig rechtwinklig Venenzweigelchen von sehr kleinem Durchmesser. Wie sich die feinern Venenästchen verhalten, ist sehr schwer zu bestimmen, jedenfalls bilden sie zahlreiche Anastomosen und vielleicht Erweiterungen. *Malpighi* nahm Zellenräume an, welche durch die Stigmata mit den Venen in Verbindung stehen sollten und in welche sich das Blut aus den Arterien ergösse. Nach *Müller* setzen sich die capillaren Arterien in anastomosirende weite Venenanfänge fort, die kaum noch eine Wandung zu haben scheinen. Nach *Krause* bilden die Venen zahlreiche Anastomosen und schlauchartige Ausbuchtungen, wie an den Venen der Schwellgewebe; *Gerlach* nimmt einfache Erweiterungen der Venenzweige und einen gewundenen, korkzieherähnlichen Verlauf der feinern Milzvenen an. *Ecker* hat wohl bauchige Erweiterungen kleiner Venenästchen, aber niemals eigentlich zellige Ausbuchtungen beobachten können. Das Blut der Milzvene soll bedeutend ärmer an Blutkörperchen als das übrige Venenblut sein, dagegen reicher an Faserstoff und Eiweissstoff; auch hat *Ecker* Zellen mit Blutkörperchen darin beobachtet. — Die Lymphgefässe der Milz sind sehr zahlreich, sollen nach *Gerlach* die Elemente der Milzpulpa (besonders die Milzkörperchen) in sich aufnehmen und mit den Milzbläschen unmittelbar zusammenhängen. *Ecker* widerspricht dem und gibt das Verhalten der Lymphgefässe im Innern der Milz als noch durchaus unerforscht an. Die Lymphe der Milz ist häufig röthlich oder röthlichgelb, und dies ist durch Blutkörperchen und gelbe Körner bedingt.

Function der Milz. Die neuern Untersuchungen des Milzgewebes sprechen dafür, dass die Function der Milz auf die Blutkörperchen Bezug hat, und zwar entweder auf deren Neubildung oder auf das Untergehen derselben. Für das Zerfallen der Blutkörperchen in der Milz sprechen sich *Kölliker* und *Ecker* aus, und zwar deshalb, weil dieselben Formen, die in Blutextravasaten vorkommen, in welchen das Blut allmälig ganz oder bis auf kleine Reste verschwindet, während eigenthümliche Veränderungen der Blutkörperchen stattfinden, sich auch in der Milz zeigen. Es kommen nämlich hier wie dort Zellen vor, welche Blutkörperchen einschliessen. (*Virchow* leugnet die Existenz dieser Zellen gänzlich und betrachtet sie als präexistirende, später mit Hämatin infiltrirte Parenchymzellen.) Ohne Zweifel bilden sich nun aber diese Zellen auf die Weise, dass sich Blutkörperchen mit andern Bestandtheilen vermittels gerinnenden Plasmas zu einem Häufchen zusammenballen, das sich später mit einer Membran umgibt; die Veranlassung hiezu ist in den meisten Fällen ein präexistirender oder aber neu gebildeter Kern, um den sich die genannten Bestandtheile anlegen; möglicherweise kann sich aber auch erst secundär ein Kern bilden. Neben den blutkörperhaltigen Zellen gibt es ferner in der Milz wie in Extravasaten Zellen, welche gelbe, braune, schwärzliche und farblose Körnchen von der verschiedensten Grösse enthalten, und eben dieselben Körnchen finden sich auch frei oder zu Häufchen vereinigt. Sie gehen alle aus Blutkörperchen hervor, die sich auf gleiche Weise verändern, sie mögen in Zellen enthalten sein oder nicht. Diese Veränderungen sind nach *Ecker* zweierlei: sie schrumpfen theils zu kleinen, platten, scharfbegränzten, saturirt gelben bis braunen Körnchen ein, die eine immer grössere Widerstandsfähigkeit gegen Reagentien zeigen; theils tritt ein wirkliches Zerfallen der Blutkörperchen in einzelne kleine Körnchen, theils gefärbte, theils farblose, auf. Diese verschrumpften und zerfallenen Blutkörperchen bilden nun die gelben, braunen, schwärzlichen oder farblosen, Reagentien widerstehenden Körnchen, welche theils frei, theils zu Häufchen zusammengeballt, theils in Zellen enthalten sind. Die Veränderungen der Blutkörperchen sind also dieselben innerhalb wie ausserhalb der Zellen, und die Zellenbildung ist somit ein zufällig hinzukommender, aber kein für das Zustandekommen dieser Rückbildung nothwendiger Act. Ueber das weitere Schicksal der Blutkörperchenreste in der Milz existiren noch keine Erfahrungen, höchst wahrscheinlich werden sie zur Ausscheidung in die Leber geführt. — Nach *Gerlach* u. A. haben die Formbestandtheile der Milz Bezug auf die Neubildung von Blut, und die blutkörperhaltigen Zellen werden als Mutterzellen, in welchen sich Blutkörperchen entwickeln, angesehen. Sonach wäre dann die Milz während des Extrauterinlebens die Bildungsstätte der Blutkörperchen, während des Intrauterinlebens dagegen wäre dies die Leber. *Reichert* schloss nämlich aus dem regen Zellenleben in der embryonalen Leber des Frosches und Hühnchens, namentlich aus der Häufigkeit der Bildung junger Zellengenerationen in Mutterzellen, ohne dass dabei die Leber sich vergrössert, und aus der Aehnlichkeit der jungen endogenen Zellen mit den ersten Blutkörperchen auf eine Erzeugung von Blutkörperchen in Zellen, und fand darin die Hauptbestimmung der embryonalen Leber. *Weber* findet es ebenfalls wahrscheinlich, dass sich Blutkörperchen in Leberzellen bilden, und zwar in den Epitheliumzellen der Zellenkanälchen und aus Dotterkörnchen, welche zur Zeit der Dotteraufnahme von diesen Zellen resorbirt werden. *Ecker* fand aber nur bisweilen blutkörperhaltige Zellen in der embryonalen Leber, die recht gut auch von einem Extravasate herrühren konnten. Dagegen sah er solche Zellen ebenso in der Milz des Embryo wie des Gebornen. Nach *Béclard* ist das Milzvenenblut constant am ärmsten an Blutkörperchen. — Die Stellen, wo die Zellen mit Blutkörperchen mit gelben Körnern u. s. w. in der Milz entstehen, könnten sein: kleine Extravasate, welche in dem pulpösen, weichen, gefäss- und blutreichen Parenchyme sehr leicht zu Stande kommen können, vielleicht unter dem Einflusse einer Erschlaffung der Musculatur, welche eine stärkere Blutanfüllung der Milz zur Folge hat; sodann die Blutgefässe, und zwar die Venen, vielleicht die Ausbuchtungen derselben. Wegen der Zeit, zu welcher das Zerfallen der Blutkörperchen stattfindet, könnte vielleicht *Dobson's* Be-

obachtung einigen Aufschluss geben, nach welcher die Milz 5 Stunden nach der Mahlzeit ihr grösstes Volumen erreicht. Nicht unmöglich wäre es, dass mit der Dehiscenz der Milzbläschen zugleich eine Extravasation zu Stande käme, von welcher der Ursprung der blutkörperhaltigen Zellen und der übrigen Formbestandtheile abgeleitet werden könnte. — Vielleicht geht in der Milz ebensowohl eine Neubildung wie das Zerfallen der Blutkörperchen vor sich. Es sprechen dafür die mikroskopischen wie auch die chemischen Befunde (verschiedenartige Blutfarbstoffe und Materien, aus denen sich leicht Harnsäure und Harnstoff darstellen lässt.)

Kölliker spricht sich über die Milz und ihre Function so aus. Die rothe Pulpa der Milz, welche ausser Gefässen und deren Nerven freie Kerne in geringerer Zahl und viele runde Zellen mit 1 oder 2 Kernen (Milzzellen, Parenchymzellen der Milz) enthält, die entweder frei die Zwischenräume zwischen den Gefässen und einem Theile der Balken erfüllen, oder wenigstens zum Theil in eigenthümlichen Bläschen, den *Malpighi*-schen Körperchen, enthalten sind, zeigt zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Färbung oder wenigstens ein verschiedenes Verhalten der in ihr enthaltenen Blutkörperchen, die ohne Theilnahme irgend anderer Elemente durch ihr verschiedenartiges Auftreten die Färbung derselben bedingen. Bald besitzt dieselbe eine blässere mehr graulichrothe, bald eine braun- oder selbst schwarzrothe Farbe; im letztern Falle finden sich eine Menge veränderter Blutkörperchen. Die Umwandlungen der Blutkörperchen sind sehr auffallend und eigenthümlich und beruhen wesentlich darauf, dass 1) die Körperchen, indem sie zugleich kleiner und dunkler werden, in rundliche Häufchen sich zusammenballen, welche schliesslich unter Auftreten eines Kernes in ihrem Innern und einer äussern Hülle in blutkörperchenhaltige rundliche Zellen (von 0,005—0,015‴) übergehen, und 2) dass diese Zellen, indem ihre Blutkörperchen immer mehr sich verkleinern und unter Annahme einer goldgelben, braunrothen oder schwarzen Farbe (ganz oder nach vorherigem Zerfallen) in Pigmentkörner übergehen, in pigmentirte Körnchenzellen sich umwandeln und endlich unter allmäligem Erblassen ihrer Körner zu vollkommen farblosen Zellen sich gestalten. — In Bezug auf die Entstehung jener blutkörperchenhaltigen Zellen muss es für jetzt noch dahin gestellt bleiben, welcher Theil derselben, der Kern oder Inhalt (d. h. ein oder mehrere Blutkörperchen und eine zähe, helle, oft in ziemlicher Menge vorhandene Verbindungssubstanz), der primäre ist; doch ist so viel sicher, dass diese Zellen gleich in ihrer ganzen Grösse und wahrscheinlich so entstehen, dass in stockenden Theilen des Milzblutes, während die Blutkörperchen sich verkleinern und zusammenballen, neue Kerne entstehen, die mit einem oder mehreren der veränderten Blutkörperchen und einem Theile des Blutplasmas sich umhüllen und schliesslich durch Bildung einer Membran um diese Theile herum zu Zellen sich gestalten. — Der Ort, wo die Umwandlungen der Blutkörperchen stattfinden, sind bei Amphibien nachweisbar die Blutgefässe. Bei Säugethieren sind es vielleicht die cavernösen Räume, mit denen die Venen in der Milzpulpa beginnen. Bei ihnen sah *K.* auch die Zersetzungen der Blutkörperchen nur 5—6 und mehr Stunden nach dem Fressen; sie waren dagegen nicht unmittelbar nach Aufnahme der Nahrung und nach eintägigem Fasten zu beobachten. — Das endliche Schicksal der Blutkörperchen steht insofern ganz fest, als dieselben auf jeden Fall zerfallen und sich auflösen, dagegen bleibt noch unausgemacht: 1) ob diese Umwandlungen immer und ohne Ausnahme in der Milz zu ihrem Ende gelangen (*K.* fand bei Amphibien auch im Blute der Milzvene, der Pfortader und in den Leberästen der *ven. portae* blutkörperchenhaltige Zellen in verschiedenen Zuständen); und 2) welches das endliche Schicksal der die Blutkörperchen einschliessenden Zellen ist; ob sie sich vielleicht auflösen oder in andere Elemente umwandeln (in Pigmentzellen, Lymphkügelchen oder Milzzellen?). — Hiernach muss die Milz für das Leben des Blutes von sehr grosser Wichtigkeit sein, namentlich wenn sich ergeben sollte, dass sie das einzige Organ ist, in welchem die Blutkörperchen zerfallen, was übrigens deshalb wahrscheinlich ist, weil *Kölliker* in keiner andern Blutdrüse und auch nicht in der Leber, dieses Zerfallen entdecken konnte und weil die Milz an den Krankheiten des Blutes einen so bedeutenden Antheil nimmt. — Es lässt sich nun etwa annehmen, dass die Zersetzung der Blutkörperchen unter normalen Verhältnissen vorzüglich während der Zeit vor sich gehe, in welcher durch den Chylus viele neue Stoffe und namentlich viele neue Zellen in das Blut gelangen, etwa 5 und mehr Stunden nach der Aufnahme der Nahrung. In Folge der Relaxation der Muskelfasern der Milz füllt sich dieselbe so bedeutend mit Blut, dass dasselbe in diesen oder jenen Theilen der feinsten Gefässe (in den Venenräumen) stockt und nun theilweise sich so umändert (zu pigmentirten oder farblosen Zellen), wie vorher angegeben und auch schon in extravasirtem oder pathologisch in Gefässen stockendem Blute beobachtet wurde. Ein Theil der durch die Zersetzung der Blutkügelchen entstandenen Stoffe könnte dann namentlich beim Wiederauftreten der Contraction der Milzmuskelfasern in die Milzvene getrieben werden und an der Bereitung der Galle sich betheiligen, ein anderer Theil von den zahlreichen Lymphgefässen der Milz, vielleicht nach vorheriger, durch die Milzzellen und *Malpighi*'schen Körperchen erlittener Umwandlung resorbirt und im *ductus thoracicus* dem Chylus beigemischt werden.

H. Harnabsonderung.

Der Harn ist eine durch die Nieren ausgeschiedene Flüssigkeit, die ausser dem Wasser, welches etwa überflüssig im Körper vorhanden ist, auch eine grosse Menge theils zersetzter, bei der Stoffmetamorphose unbrauchbar gewordener und überhaupt für das Bedürfniss

des Organismus untauglicher Thierstoffe enthält, theils viele zufällig in den Kreislauf gelangte fremdartige Substanzen im veränderten oder unveränderten Zustande mit sich aus dem Körper fortnimmt. Die **Harnorgane** bestehen aus einem harnbereitenden und einem harnleitenden Apparate. Der **harnbereitende** Apparat wird von den beiden **Nieren** gebildet, der **harnleitende** fasst die Ureteren, die zum Reservoir des Harns bestimmte Harnblase, und die Harnröhre in sich.

Die **Niere** (s. Bd. I. S. 725) ist, wie die Milz, von einer ziemlich festen Hülle (**Albuginea**) bekleidet, die aber nur locker mit dem Parenchyme zusammenhängt, kein Balkennetz in das Innere der Niere hineinschickt und am Hilus keine Scheiden um die ein- und austretenden Gefässe bildet, sondern nur einfach von diesen durchbohrt wird. — Das **Nierenparenchym** besteht aus zwei Röhrensystemen: aus den Harnkanälchen und den Blutgefässen. Die **Harnkanälchen**, welche den bei weitem grössten Theil des Parenchyms bilden, sind weitere und engere mikroskopische Röhrchen (von $\frac{1}{60}-\frac{1}{100}'''$ Dm.), deren **Wand** aus einer wasserhellen, vollkommen structurlosen Haut und einem dieselbe auskleidenden Epithelium eigener Art zusammengesetzt ist. Es besteht nämlich dieses Epithelium, welches Manche auch nur als **Inhalt** der Harnkanälchen beschreiben, aus grössern und kleinern, rundlichen oder etwas abgeflachten, theilweise kernhaltigen Zellen, die ziemlich fest aneinandergedrängt zusammenhängen (ohne die polygonale Form des Epitheliums angenommen zu haben), so dass man sie aus den Papillen als deutliche röhrenartige Stücke auspressen kann. Ferner finden sich noch in den Harnkanälchen, doch mehr nach der Mitte des Kanales hin, Elementarkörner und Zellenkerne (meist körnige); auch beobachtete *Gerlach* vereinzelte grössere, runde Zellen, die einen vollkommen wasserhellen Inhalt besassen. Die Menge des Inhalts der Harnkanälchen ist nicht überall gleich, denn häufig finden sich vollkommen inhaltsleere Stellen oder nur zwei Reihen von Zellen, zwischen denen sich ein freier Raum zu befinden scheint *(Gerlach)*. Die Harnkanälchen, welche in der Marksubstanz (Malpighi'schen Pyramiden) **gerade** (*tubuli recti*, Markkanälchen), in der Rindensubstanz **gewunden** (*tubuli contorti*, Rindenkanälchen) verlaufen, liegen in beiden Substanzen so dicht gedrängt neben einander, dass zwischen denselben kaum für ein zartes Haargefässnetz, und vielleicht für ein hyalines Bindemittel (denn ein verbindendes Zellgewebe lässt sich nicht wahrnehmen) Raum übrig bleibt. In der, durch die zahlreichen gabelförmigen Theilungen hervorgerufenen Vermehrung der Harnkanälchen, liegt die Ursache des pyramidenförmigen Baues der Marksubstanz. Ueber die **Endigung der Harnkanälchen** (der gewundenen, sich nicht mehr dichotomisch theilenden) herrscht trotz der vielen genauen Untersuchungen doch noch Dunkelheit. Längere Zeit glaubte man, dass sie mit blinden, doch nicht bläschenartig angeschwollenen Enden in der Rindensubstanz aufhörten; später nahm man dagegen (mit *Weber*) an, dass sie schlingen- oder netzförmig endigten. Neuerlich ist man (durch *Müller* und *Bowman*) zu der Ansicht gelangt, dass die Harnkanälchen, nachdem sie, sich vielfach schlängelnd, in dichten, eng an einander geschlossenen Bündeln (in den Zwischenräumen der Glomerulireihen) gegen die Oberfläche der Niere aufgestiegen sind, plötzlich umbiegen und sich wieder abwärts wenden, dann sich verengen und hierauf zu einem blinden Säckchen anschwellen, welches als Kapsel einen Glomerulus umgibt. *Gerlach* behauptet, dass die Harnkanälchen entweder blind oder schlingenförmig aufhörten; die erstere Endigungsart scheine vorzüglich bei den Fischen und Amphibien vorzukommen, die letztere dagegen mehr den Vögeln und Säugethieren eigen zu sein. Hören die Harnkanälchen blind auf, dann erweitern sich die Enden derselben zu Kapseln, welche durch einen etwas engern Halstheil mit den Kanälchen zusammenhängen. In diesen Kapseln, welche aus derselben structurlosen Membran wie die Harnkanälchen bestehen und deren innere Oberfläche bei manchen

Thieren ein Flimmerepithelium besitzen soll, liegen die Malpighi'schen Gefässkörper *(glomeruli)*; die Gestalt der Kapseln ist rund, seltener oval, ihr Dm. beträgt durchschnittlich 0,1‴; sie sind nicht vollkommen geschlossen, sondern an 2 Stellen von den zu- und abtretenden Gefässen der Glomeruli durchbohrt. Die 2 durchbrochenen Punkte befinden sich in der Regel nahe an einander und liegen gewöhnlich der Communicationsstelle zwischen Harnkanälchen und Kapsel gegenüber. Bei der schlingenförmigen Endigung der Harnkanälchen hängen die Glomeruli nach *Gerlach* durch einen kurzen Hals mit den Schlingen zusammen, so dass eigentlich 2 Kanälchen zu einer Kapsel treten und diese als eine seitliche Ausstülpung der structurlosen Membran der Kanälchen zu betrachten ist. Ob in der menschlichen Niere die Kapseln der Glomeruli zu den Harnkanälchen in einen terminalen oder lateralen Verhältnisse stehen, kann *Gerlach* noch nicht entscheiden. — *Günther* denkt sich das Verhältniss der Glomeruli zu den Kapseln so: das blasenartig erweiterte Ende (oder eine seitliche Ausbuchtung) des Harnkanälchens ist durch den aussen aufliegenden, nicht in der Höhle der Kapsel befindlichen Glomerulus auf ähnliche Weise eingestülpt, wie der Herzbeutel durch das Herz, und es bildet diese Einstülpung so zwei fast vollständig in einander steckende Hohlkugeln, von denen die innere den Glomerulus bekleidet, während die äussere sich in das Harnkanälchen fortsetzt und an der Uebergangsstelle beider in einander die Gefässe zum Glomerulus treten; die innere Oberfläche der Kapsel ist mit Pflasterepithelium bekleidet.

Blutgefässe der Niere; Malpighi'sche Körperchen. Die **Nierenarterie**, welche sich sogleich nach ihrem Eintritte in die Niere in mehrere Aeste theilt, die zwischen den Pyramiden gegen die Rindensubstanz vordringen, beginnt nach *Ludwig* ihre Vertheilung in Capillaren zuerst an der Gränze zwischen Cortical- und Medullarsubstanz und zwar in der Art, dass sie an dieser Stelle ihre sämmtlichen Aeste in die Rindensubstanz sendet. Diejenigen Zweige, aus welchen unmittelbar die Capillaren ausgehen, treten in meist directem Wege an die Oberfläche der Niere, auf welcher sie als Capillaren anlangen. Diese kleinsten, gegen die Oberfläche nach allen Richtungen hin aufsteigenden Arterienästchen, liegen nun in bestimmten, kleinen Abständen von einander, so dass Zwischenräume zwischen denselben bleiben, die ihre längste Dimension in der Richtung der Dicke der Rinde besitzen. In diese Räume erfolgt nun die Capillarenvertheilung, und zwar gehen meist in kleinen Abständen nach 2 entgegengesetzten Seiten die Capillaren unter rechten oder stumpfen Winkeln von den Aestchen ab, und münden immer nach einem kurzen, meist geraden, seltener geschlängelten Verlauf, in ein sogenanntes **Malpighi'sches Körperchen**. Diese **Gefässkörperchen**, **Nierenkörnchen**, *glomeruli s. corpuscula s. acini Malpighii*, sind kleine Gefässknäuel und in ihrem wesentlichen Theile nichts Anderes, als eine weitere Vertheilung des Capillarästchens, die hier in mannichfacher Weise, hauptsächlich aber in der Art stattfindet, dass sich das primäre Capillargefäss in 4 bis 8 Zweige spaltet, von denen jeder einen engen Bogen bildet. Die einzelnen Bogen liegen sehr gedrängt neben einander und hängen durch viele Anastomosen zusammen; sind sie bis nahe zu dem Ursprungspunkte zurückgekehrt, so vereinigen sie sich sämmtlich wieder zu einem Gefässe, welches meist von engerem Caliber als das sich vertheilende und unmittelbar neben demselben, seltener auf der entgegengesetzten Seite gelegen ist. Jeder Glomerulus liegt nun frei und ohne von Zwischensubstanz getragen zu werden in einer bald mehr, bald weniger eng sich an ihn anschliessenden Kapsel und diese wird, wie oben gezeigt wurde, vom blinden Ende eines Harnkanälchens gebildet. Die Haut der Kapsel wird von den meist dicht neben einander liegenden, ein- und austretenden Gefässen des Glomerulus durchbrochen. Hat nun das Gefäss, welches die anastomosirenden Bogen des Glomerulus sammelt, die Kapsel durchbrochen, so tritt es weiter gegen die Mitte des Zwischenraumes (zwischen den Arterienästchen) und theilt sich hier meistens von neuem in mehr Aestchen, welche mit den sämmtlichen, aus den unmittelbar

neben- und gegenüberliegenden Knäulchen austretenden Gefässen ein engmaschiges Netz bilden. Dieses Netz geht somit fortlaufend durch den von 2 Glomeruli-Reihen gebildeten Zwischenraum hin. An der Gränze zwischen Cortical- und Medullarsubstanz wird dieses Netz allmälig weitmaschiger und endlich senken sich gestreckte, durch weniger Queranastomosen zusammenhängende Gefässe in die Medullarsubstanz, in welcher sich einzelne bis zur Oberfläche der Papillen erstrecken, wo sie mit den Gefässen der Schleimhaut der Papillen communiciren. Die bis zur Nierenoberfläche aufsteigenden Arterienästchen bilden keine Glomeruli, sondern gehen in ein engmaschiges Netz über, welches mit den andern Netzen zusammenhängt. Zum Theil dringen andere Aestchen dieser durchtretenden Gefässe in den *panniculus adiposus*. Eigenthümlich ist es, dass die Arterienäste niederer Ordnung nie mit den nebenliegenden ausser durch Capillaren anastomosiren. Aus sämmtlichen Capillaren treten nun auf verschiedene Art die Venen zusammen. Zunächst kommen auf der Oberfläche der Niere aus dem umliegenden Fette und aus den Capillaren des peripheren Netzes sternförmige Venen zur Ansicht, welche in die Corticalsubstanz eindringen und von allen Seiten her aus den zwischen den Glomerulis liegenden Netzen feine Venenstämmchen aufnehmen, und sich bis zu den Gränzen zwischen Rinden- und Marksubstanz erstrecken. Ausserdem enden aber Venen an demselben Punkte, welche aus den Capillaren der Medullarsubstanz ihr Blut beziehen, so dass es also scheint, als bildeten die in der Marksubstanz verlaufenden Gefässe Bogen, welche eine ähnliche Gestalt wie diese Substanz mit ihren Papillen auf dem Längendurchschnitte besitzen. In dieser von *Ludwig* gegebenen Darstellung des Verlaufs der Gefässe in der Niere stimmen so ziemlich alle übrigen neuern Anatomen überein. — *Gerlach* sagt von den Malpighi'schen Gefässkörperchen: sie erscheinen auf dem Durchschnitte als röthliche, noch mit blossem Auge sichtbare Pünktchen, welche an kleinen von den Endzweigen der Nierenarterie abgehenden und die Kapselwand durchbohrenden Aestchen, also an Stielchen von structurlosen, etwa 0,005‴ dicken Capillaren, hängen. Nach dem Eintritte in die Kapsel zerfallen diese Capillaren sogleich in zahlreiche knäuelförmige Windungen (deren Gefässchen etwa 0,0045‴ breit), welche dicht an einander liegen und so den Glomerulus darstellen. Aus allen diesen Windungen geht dann nur ein, in der Nähe des eintretenden Gefässchens austretendes Capillarästchen hervor, welches in das die Harnkanälchen der Rindensubstanz umspinnende Haargefässsystem übergeht. Die Glomeruli liegen nach *Gerlach* nicht vollkommen nackt innerhalb der Kapseln, sondern sie sind von einer Lage kernhaltiger Zellen bedeckt, welche sich von den Wänden der Kapsel aus auf sie fortsetzt. Sonach sind auch hier wie in der Leber die Blutgefässe von der Höhle des secernirenden Kanals nicht durch eine structurlose Membran, wie bei andern Drüsen, sondern nur durch Zellenlage geschieden. *Müller* vergleicht die Glomeruli, welche wahrscheinlich nur dazu dienen, um den Blutlauf in der Rindensubstanz zu verlangsamen und dadurch dem Blute mehr Gelegenheit zu geben, mit den Drüsenzellen in nähere Berührung zu kommen, sehr passend mit den Wundernetzen. — *Bowman, Goodsir* und *Reichert* lassen die Blutgefässe und Harnkanälchen durch ein e i g e n e s B i n d e g e w e b e vereinigt sein, welches nach ersteren structurlos, nach *Reichert* in inniger Beziehung zu den Kapseln der Glomeruli stehend und in der Medullarsubstanz in dickeren Lagen als in der Rindensubstanz vorhanden sein soll. *Ludwig* möchte die Annahme eines solchen Bindegewebes nur in der Marksubstanz gerechtfertigt finden, weil hier Blut- und Harngefässe sehr fest an einander geheftet sind, während diese in der Rindensubstanz äusserst leicht aus einander treten.

Mechanik der Harnabsonderung. Es lässt sich die Frage, ob die Niere den Harn aus entfernteren Bestandtheilen des Blutes b e r e i t e t, oder ob sie sämmtliche Bestandtheile des Urins aus dem Blute schon f e r t i g g e b i l d e t e r h ä l t, nicht mit Sicherheit beantworten, obschon es erwiesen ist, dass manche Harnbestandtheile, wie der Harnstoff, die Harnsäure und die unorganischen Salze, sich schon fertig im Blute vorfinden. — Was die Absonderung des Harns betrifft, so ist die hierüber von *Ludwig* aufgestellte Hypothese von allen noch existirenden die wahrscheinlichste und bis jetzt auch

noch nicht widerlegt. Nach *L.* sind zunächst die Glomeruli diejenigen Stellen, an welchen der Urin ursprünglich aus dem Blute entfernt wird. An diesen Punkten nämlich wird durch den Blutstrom, der hier aus einem engern Lumen (dem einführenden Gefäss des Glomerulus) in ein weiteres (den Glomerulus selbst) und dann wieder in ein engeres (das ausführende Gefäss) strömt, nach hydraulischen Gesetzen ein bedeutender Druck auf die Gefässwandungen ausgeübt. Durch diesen Druck wird durch die feinen Gefässhäute ein gewisses Quantum Flüssigkeit ausgepresst. Es muss nun aber hypothetisch angenommen werden, dass diese Gefässwandungen die Eigenthümlichkeit besitzen, von den flüssigen und aufgelösten Bestandtheilen des Blutes nur Wasser, einen Theil der Extractivstoffe und die freien nur im Wasser gelösten Salze durch sich hindurch treten zu lassen, während sie sämmliche Proteinstoffe, die Fette und die mit beiden in Verbindung befindlichen mineralischen Bestandtheile nicht hindurchlassen. Man wird nun in den Anfängen der Harnkanälchen eine Flüssigkeit haben, welche zwar alle Bestandtheile des Harns und vielleicht auch alle festen Bestandtheile in denselben relativen Mengen zu einander wie im Harn, aber in viel mehr Wasser als in letzteren enthalten würde. Diese Flüssigkeit wird nun durch andere nachdringende in die Kapsel und aus dieser in die Harnkanälchen geschoben, und tritt dadurch in Berührung mit dem Blute, welches in dem Capillarnetze fliesst, das durch die aus den Glomerulus tretenden Gefässchen gebildet wird. Es strömt aber in diesen Capillaren Blut, welches durch Entfernung sehr vielen Wassers sehr concentrirt geworden ist. Zwischen der in den Harnkanälchen befindlichen sehr verdünnten und der in den Blutgefässen enthaltenen sehr concentrirten Flüssigkeit wird wiederum ein enosmotischer Strom eintreten, der sich zunächst auf den Austausch von Wasser beziehen wird, d. h. es wird Wasser aus den Harnkanälchen in die Blutgefässe treten, wodurch der Urin concentrirter wird. Dieser letztere Theil der Hypothese scheint dadurch beweisbar, dass 1) die anatomischen Einrichtungen, die gewundenen, im Caliber nicht zunehmenden Harnkanälchen und die vielfachen engen Maschen der Blutgefässe derartige sind, dass sie die enosmotische Einwirkung sehr begünstigen; dass sich durch diese Hypothese erklärt, 2) warum der flüssige Urin nie eine gewisse Concentration übersteigt, seien seine Bestandtheile, welche sie wollen und seine Absonderung noch so langsam; 3) warum die Concentration des Urins, wenn sich die normalen Blutbestandtheile vorfinden, innerhalb der gegebenen Gränzen von der Schnelligkeit der Entleerung abhängig ist; 4) warum sich die Urinquantität mehrt, wenn sich die in den Urin auszuscheidenden festen Stoffe des Blutes mehren; 5) warum, wenn sich die festen Bestandtheile des Urins aus der Flüssigkeit noch innerhalb der Niere niederschlagen, keine Flüssigkeit aus den Nieren mehr ausgeschieden wird. — Der Hergang bei der Austreibung des fertigen Urins aus den Nieren ist (nach *Weber*) folgender. Die Bewegung des Harns in den Harnkanälchen scheint in der fortdauernden Absonderung, nicht aber in den contractilen Eigenschaften der Röhrchen (denen ja alle contractilen Formelemente abgehen) zu liegen. Denn wenn durch den auf den Blutgefässwandungen liegenden Druck immer neue Quanta von Flüssigkeit in die Harnkanälchen eingetrieben werden, und diese hierdurch strotzende Niere gegen die Kapsel gepresst wird, an einer Seite der Niere dagegen, über welche sich die Kapsel nicht erstreckt, sich Oeffnungen finden, so muss nothwendig aus diesen Oeffnungen Flüssigkeit austreten. Es muss demnach die Quantität des Abgesonderten einen wesentlichen Einfluss auf die Schnelligkeit der Aussonderung und diese wieder auf die Concentration des Harns ausüben. Die Ausführungsgänge der Nieren sind so eingerichtet, dass der Harn, wenn er aus der Substanz der Nieren durch enge Gänge in weitere Kanäle oder Behälter gebracht ist, nicht wieder in sie zurücktreten kann, sogar dann nicht wieder, wenn er ein Hinderniss fände, um abzufliessen. Dieser Erfolg wird dadurch bewirkt, dass die Bellini'schen Röhrchen äusserst eng sind und sich in sehr grosser Zahl an den warzenförmigen Papillen öffnen, welche in die Kelche hineinragen. Füllen sich diese weiten Röhren strotzend mit Harn, so drückt der Harn die in die Röhren hineinragenden warzenförmigen Vorsprünge zusammen und verschliesst dadurch die Oeffnungen der an ihnen liegenden engen häutigen Röhren. Der Ureter befördert durch rhythmisch-peristaltische Bewegung (wie das Herz), bei welcher die Contraction vom Nierenbecken anfängt und Stelle für Stelle in raschem Laufe sich abwärts erstreckt, den Urin in die Blase. Der Ausleerung des Urins (bei Erwachsenen) geht das Gefühl eines Drängens voraus, welches wahrscheinlich eine Folge des Druckes des Harns auf den *sphincter vesicae* ist. Dieser Muskel und der *m. pubo-urethralis* schliessen sich durch Willenseinfluss stärker, bis die Entleerung willkührlich vorgenommen werden soll. Sie erfolgt durch den Druck der Bauchmuskeln (resp. Gedärme) auf die Blase und durch die Contraction der Blase selbst.

Der **Harn, Urin**, das Secret der Nieren, ist eine mit Schleim und Epithelium der Harnwege vermischte Lösung einiger bei der Stoffmetamorphose gebildeten Stoffe (wie des Harnstoffs, der Harnsäure, milchsaurer und anderer Salze), sowie fremder, für den Körper unbrauchbarer, aber in die Blutmasse übergeführter Stoffe. Auch überschüssig aufgenommenes Nahrungsmaterial wird, mehr oder weniger umgewandelt, durch die Nieren mit dem Harne wieder ausgeführt. Der ganz frisch gelassene Urin stellt im Normalzustande eine vollkommen durchsichtige, bernstein-, wein- oder rothgelbe Flüssigkeit dar, von eigenthümlichem, schwach aromatischem Geruche, bitterlich-salzigem Geschmacke und von der Temperatur des Körpers (28—29° R.). Er ist immer schwerer als Wasser (1,005—1,030), in der Regel sauer reagirend, und weniger als andere chemische Flüssigkeiten zur Zersetzung geneigt. Nach dem Erkalten verliert der Harn seinen aromati-

schen Geruch und nimmt den eigentlichen Harngeruch an; nach kürzerem oder längerem Stehen bildet sich in demselben eine Trübung, welche bald als weisslich flockige nur sehr unbedeutend ist und in der Mitte oder am Grunde eines durchsichtigen Gefässes wahrgenommen werden kann, oder sie bildet einen förmlichen Niederschlag, welcher sich bald mehr gelblich, bald ziegelroth, auf dem Boden absetzt und sich (in Form einer wagerechten Linie) von der übrigen vollkommen durchsichtigen Harnflüssigkeit abgränzt. Die erstere, weisslich flockige Trübung wird hauptsächlich durch Epithelialzellen der Harnwege, denen vereinzelte Schleimkörperchen und Elementarkörnchen beigemengt sind, gebildet. Der Harn der Frauen soll (nach *Höfle*) reicher an diesen organischen Beimengungen sein und auch Fetttröpfchen, von den äussern Geschlechtstheilen herrührend, enthalten. Die gefärbten Trübungen und Niederschläge des normalen Harns rühren von anorganischen Bestandtheilen (gewöhnlich von harnsauren Salzen, besonders harnsaurem Ammoniak, seltener von dem Tripelphosphat, phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia) her und finden sich vorzugsweise kurz nach dem Genusse einer stickstoffreichen Nahrung und nach grossen Muskelanstrengungen. Bleibt der Urin so lange stehen, bis er in Zersetzung übergeht, so wird er durchgehends trübe, nimmt eine etwas blassere Farbe und einen fauligen Geruch an, er reagirt jetzt alkalisch und es entwickeln sich in ihm unzählige Infusorien und Schimmelpilze. Manchmal, doch selten, leuchtet der frische Harn gesunder Personen mit einem phosphorähnlichen Glanze; diese Phosphorescenz ist noch unerklärt. Was die chemische Constitution des Harns betrifft, so können seine Bestandtheile, welche entweder organische (mit Ausnahme der Milchsäure nur stickstoffhaltige) oder unorganische sind, in solche geschieden werden, die sich im normalen Zustande stets darin vorfinden, in solche, welche nur während eines krankhaften Ergriffenseins des ganzen Organismus oder eines seiner Theile darin vorkommen, und in solche, die, von aussen dem Organismus zugeführt, nur zufällig darin erscheinen.

a. **Wesentliche Bestandtheile** des Harns sind: 1) Wasser, welches den grössten Theil des Harns ausmacht, da die festen Bestandtheile gewöhnlich nur 2—3% betragen; letztere werden durch animalische Kost sehr vermehrt. — 2) Harnstoff (s. S. 127), das Product des Stoffumsatzes und der Zersetzung stickstoffhaltiger Körper (welches sich auch im Blute, in der Lymphe, in hydropischen Flüssigkeiten und selbst im Ausgebrochenen Nierenkranker findet), macht im normalen Harne fast die Hälfte der festen Bestandtheile aus. Eine Vermehrung desselben findet bei animalischer Kost und starker Körperbewegung, eine Verminderung bei vegetabilischer oder gar stickstofffreier Nahrung statt. Die Harnstoffvermehrung gibt dem Harn ein gesättigtes Ansehen; völliger Mangel dieses Stoffes wird äusserst selten vorkommen. Der Harnstoff ist einer der stickstoffreichsten Körper, denn er enthält 46% Stickstoff (die Harnsäure nur 33% und die Proteinverbindungen 15—16%); so dass also durch die Nieren vorzugsweise Wasser und Stickstoff aus dem Körper entfernt werden. Ob der Harnstoff ganz frei oder an Milch- oder manchmal an Kleesäure gebunden vorkommt, ist noch Sache des Streites; ersteres ist am wahrscheinlichsten. — 3) Harnsäure (s. S. 127), in Wasser fast unlöslich, macht etwa 1/1000 des Harns aus und wird jedenfalls in diesem durch doppelt phosphorsaures Natron aufgelöst erhalten. Man erkennt sie im Harne entweder durch das Mikroskop, unter welchem sie sich in (gewöhnlich gelblich gefärbten) rhombischen Tafeln, vierseitigen Prismen und in einigen andern Formen (Wetzsteinform) zeigt, oder durch verdünnte Salpetersäure, welche, mit dem Untersuchungsobjecte verdunstet, einen gelbrothen Rückstand hinterläst, der durch Ammoniakdunst sehr schön purpurroth gefärbt wird (Murexidprobe). Vermehrung der Harnsäure, welche weit weniger von der Art der genossenen Nahrungsmittel abhängig, als bei gestörter Verdauung und Respiration zu Stande kommt, gibt dem Urin gewöhnlich eine braunrothe bis hochrothe Farbe und saure Reaction; nach einigen Stunden schlägt sie sich auf dem Boden und den Wänden des Gefässes in feinen Krystallen nieder. Freie Harnsäure wird im frisch entleerten Harn höchst selten gefunden, sie bildet sich erst aus dem harnsauren Natron, nachdem der Harn der Atmosphäre ausgesetzt war und zwar vermittels der sauren Harngährung. Da es höchst wahrscheinlich ist, dass sich aus der Harnsäure der Harnstoff (durch Oxydation) hervorbildet, so steht die Menge der ersteren in umgekehrtem Verhältnisse zu letzterem. — 4) Milchsäure (s. S. 138) findet sich im Urin frei und an Alkalien gebunden, aber in sehr variabler Menge (in grösserer bei stärkemehlhaltiger Kost). Sie dürfte sich vielleicht immer erst bei der Harngährung aus Extractivstoffen bilden. — 5) Extractivstoffe (s. S. 139), d. s. einige nicht krystallisirbare, farbige oder auch flüchtige Stoffe, deren chemische Natur noch nicht mit Sicherheit erkannt ist. Von ihnen rührt theils die Farbe, theils der Geruch, theils die leichte Zersetzbarkeit des Harns her; ihre Menge scheint durch vegetabilische Nahrung vergrössert zu werden. Der Harnfarbstoff, ein äusserst leicht zersetzbarer und eigentlich in steter Umwandlung begriffener Stoff, dessen Menge im Urin sehr gering ist, hängt den übrigen Harnbestandtheilen, besonders der Harnsäure und dem Harnstoffe, innig an und ist im ganz reinen

Zustande noch nicht dargestellt worden. Er kommt in verschiedenen Modificationen im Harn vor und *Heller* nimmt dehalb drei Farbstoffe an: *Uroxanthin*, *Uroglaucin* und *Urrhodin*. Einen harzähnlichen Stoff, *Omichmyloxyd*, hat *Scherling* im Harne entdeckt. — 6) **Salze** (s. S. 121); ihre Menge steht stets zur Menge des Harnstoffs im geraden Verhältnisse, denn so wie dieser hängen die Salze von der Menge der genossenen Proteinverbindungen und der Energie des Stoffumsatzes ab. Im frischen normalen Harne lassen sich folgende Salze nachweisen: Chlornatrium (durch Verdunsten nicht in der bekannten krystallinischen Gestalt darzustellen) Chlorammonium (Salmiak; dendritische, sternkrautähnliche, gekreuzte und sternförmige Krystallisationen beim Verdunsten bildend), phosphorsaures Ammoniak-Natron (in Form von Säulen mit schiefen Endflächen und abgestumpften Kanten?), Chlorkalium, schwefelsaures Kali und Natron, phosphorsaure Kalk- und Talkerde, endlich Spuren von Kieselsäure, Fluorcalcium, Eisenoxyd und etwas Manganoxydul.

b. **Unwesentliche**, hauptsächlich im krankhaften Harne vorkommende **Bestandtheile** sind: 1) **Harnbenzoesäure** (Hippursäure; s. S. 128) scheint sich erst durch Gährung im normalen Harne (besonders nach gemischter Kost) zu bilden, obschon *Liebig* behauptet: aller Harn enthalte neben Harnsäure auch Hippursäure und zwar von beiden etwa die gleiche Menge. Im sauren Harne Fieberkranker und bei Diabetes kommt Hippursäure constant vor. — 2) **Buttersäure**, häufiger im Harn von Frauen als von Männern, vorzugsweise im Urin Schwangerer (wo das sogen. Kyestein vorkommt) und nicht stillender Wöchuerinnen. **Fetthaltig** überhaupt ist der Harn in vielen schnell abzehrenden Krankheiten, bei Bright'scher Nierenentartung (?). Häufig rührt das Fett des Harns von den äussern Geschlechtstheilen her, namentlich bei Frauen. — 3) **Kohlensäure und kohlensaure Salze**. Freie Kohlensäure wurde früher schon als Bestandtheil des frischen Harns angegeben, später bestritten und nun neuerlich wieder in demselben gefunden. Kohlensaures Ammoniak, welches sich regelmässig bei der Fäulniss des Harns, auch bisweilen schon innerhalb der Blase durch Zersetzung des Harnstoffs, vorzüglich bei Gegenwart stickstoffhaltiger und besonders von Proteinsubstanzen (Eiweiss, Blut, Eiter, Schleim u. s. w.), bildet, scheint auch schon von der Niere aus im Harne existiren zu können. Man erkennt dasselbe an dem eigenthümlich stechenden Geruche, an der alkalischen Reaction, an dem Aufbrausen der Flüssigkeit bei Zusatz einer freien Säure und an der Entwickelung weisser Nebel (Salmiakdämpfe), wenn ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstab über die Flüssigkeit gehalten wird. — 4) **Oxalsaurer Kalk** (briefcouvertförmige Krystalle, stumpfe oder auch spitzige Quadratoctaeder) wird oft im normalen Harne, besonders nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel und kohlensäurereicher Getränke (constant im Harne pflanzenfressender Thiere neben kohlensaurem Kalke) gefunden. Vermehrt soll er sich zeigen: im Harne Schwangerer, bei Störungen des Athmungsprocesses, bei Convalescenz von schweren Krankheiten (namentlich vom Typhus), bei dyspeptischen Zuständen (?). Die sogenannten maulbeerartigen Harnsteine bestehen grösstentheils aus oxalsaurem Kalke; auch die meisten andern Harnsteine enthalten diesen Kalk. Derselbe dürfte nun aber nicht blos aus den vegetabilischen Nahrungsmitteln in den Harn übergehen, sondern sich auch im Körper erst bilden, wie es scheint besonders bei Störungen des Respirationsprocesses. Fussend auf die Thatsache, dass Harnsäure durch Bleihyperoxyd in Harnstoff, Allantoin und Oxalsäure zerfällt, hat man ziemlich allgemein angenommen, dass die Oxalsäure des Harns ihren Ursprung lediglich einer Oxydation der Harnsäure verdanke, wobei nur nicht, wie gewöhnlich im gesunden Organismus, die Oxalsäure in Kohlensäure verwandelt werde. Uebrigens könnten ausser der Harnsäure auch noch viele andere Substanzen bis zu Oxalsäure oxydirt werden. *Schmidt* glaubt, dass der Aussonderungsherd des oxalsauren Kalkes in der Schleimhaut der Harnwege zu suchen sei; er entstehe erst durch Zersetzung des von den Schleimhäuten abgesonderten oxalsauren Albuminkalks durch die saure Harnflüssigkeit; oxalsaurer Kalk als unlöslicher Körper könne mit der Harnflüssigkeit in den Nieren unmöglich mehrfache Zellenreihen durchdringen; auch aus dem Gallenblasenschleime entstehe erst bei der Zersetzung desselben oxalsaurer Kalk. — 5) **Harnoxyd** (harnige Säure, Xanthin, Xanthoxyd) kommt deutlich nur in Harnsteinen vor; das von Einigen im menschlichen Harne gefundene Xanthin dürfte nach *Lehmann* wohl Guanin (im Guano, den Excrementen gewisser Seevögel) sein. — 6) **Cystin**, merkwürdig seines grossen Schwefelgehaltes wegen, häufiger in Harnsteinen, äusserst selten im Harne (in sechsseitigen Tafeln). — 7) **Zucker**, fast nur beim Diabetes (Honigruhr) im Harn zu finden, stimmt in seiner Zusammensetzung und seinen Eigenschaften fast ganz mit dem Frucht- oder Schleimzucker (Dextrinzucker, Glucose), mit dem Krümel- oder Traubenzucker überein. Selbst kleine Quantitäten desselben lassen sich durch die *Mitscherlich-Trommer*'sche Zuckerprobe erkennen. Diese besteht darin, dass der Urin mit etwas Kalilauge und Kupfervitriol versetzt wird, wodurch sich dann eine lasurblaue Lösung bildet, die nach einigem Stehen allmälig oder beim Kochen sogleich einen gelbrothen Niederschlag von Kupferoxydul ausscheidet. Der diabetische Harn geht wegen seines Gehaltes an stickstoffhaltigen Materien sehr bald in Gährung (erst in Milch- und dann in weinige Gährung) über, wobei sich Hefepilze (Fermentkügelchen) bilden. Die Quelle des Zuckers beim Diabetes ist ohne Zweifel die vegetabilische Nahrung; allein ob nicht auch die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Körpers mit zur Bildung desselben beitragen können, ist noch eine Streitfrage. — 8) **Harnroth** (rosige Säure, Uroerythrin), mit Harnsäure das rothe Sediment im Harne Fieberkranker mit bildend, ist keineswegs identisch mit dem Harnbraun des normalen Urins, in seiner chemischen Natur aber noch nicht ergründet. Ebenso verhält es sich mit dem blauen und schwarzen Farbstoffe (**Cyanurin** und **Melanurin**), welchen Einige im blau- und schwarzgefärbten Urin annehmen. — 9) **Gallenfarbstoff** (Gallenbraun, Cholepyrrhin, Biliphäin) kommt gewöhnlich bei der Gelbsucht im Urin vor, doch ist er von *Scherer* oft auch im Harne gesunder Individuen, besonders in der heissen Jahreszeit, entdeckt worden. Er gibt dem Urine eine dunkel braunrothe (braunbierähnliche) oder zimmtbraune Farbe, die zuweilen beim Stehen, wenn der Harn sauer wird, in eine dunkelgrüne übergeht. Durch Anwendung von Salpetersäure (besonders wenn dieselbe etwas salpetrige Säure enthält) lässt sich

in stärker tingirtem icterischen Harne dieselbe Farbenveränderung (grün, blau, violett, roth und wieder gelb), wie in der Galle, hervorbringen. Auch andere Gallenbestandtheile sind bisweilen im icterischen Harne beobachtet worden. — 10) Albumin kann bei sehr verschiedenen pathologischen Zuständen, auch ohne Nierenaffection, im Harne vorkommen, doch erscheint es am constantesten darin bei der sogenannten *Bright*'schen Nierenkrankheit (gewöhnlich mit wurst- oder cylinderförmigen Faserstoffgerinnseln und Häufchen von Epithelialzellen); auch findet sich dasselbe natürlich bei Blut- und Eitergehalt des Urins. Seiner Gerinnbarkeit halber lässt sich das Eiweiss durch Kochen im Harne (der meist sehr blass und auf der Oberfläche schaumig ist) sehr leicht entdecken, sobald seine Menge nicht zu gering und der Harn nicht stark alkalisch ist (wo zuweilen beim Kochen kohlensaurer Kalk niederfällt); deshalb setzt man stets etwas Salpetersäure hinzu, welche übrigens das Eiweiss aus dem sauren und alkalischen Harne fällt (geringe Mengen desselben sind aber in überschüssiger Säure wieder löslich, besonders in der Wärme). Auch andere Proteinverbindungen, die nicht gerade Albumin oder Casein u. s. f. sind, kommen, in Verbindung mit Fett, bisweilen im Urin vor. Hierher gehört das im Harne Schwangerer gefundene Kyestein oder Gravidin, der chylöse Harn und der Milchharn; Eiter, eiterähnlicher Schleim, Blut und Sperma kommen im Harne nicht selten vor und lassen sich durch das Mikroskop ergründen.

c. **Zufällige Stoffe**, die, von aussen dem Organismus zugeführt, durch den Urin wieder entfernt werden. Viele von den genossenen Stoffen, welche nicht als Nahrungsmittel verwendet werden können, gehen unverändert mit den festen Excrementen wieder fort, die meisten werden dagegen im Darmkanale resorbirt (unverändert oder zersetzt) und gehen in die Blutmasse über, aus welcher sie dann an dieser oder jener Stelle, in der Leber, den Lungen, Nieren, auf der Schleimhaut und äussern Haut wieder entfernt werden, und zwar theils verändert, theils unzersetzt. Die Stoffe, welche durch die Nieren mit dem Harne entfernt werden, sind noch nicht alle und genau ergründet. Viele Substanzen finden sich unverändert im Urin nur wieder, wenn sie in grossen Gaben genommen werden (oft vielleicht aber nur die überschüssige Masse, welche der Organismus nicht zersetzen konnte), wie die Schwefellebern, das Chinin, die Metalle u. s. w. Manche Substanzen erscheinen sehr schnell nach dem Genusse, das Jodkalium z. B. schon nach einigen Minuten im Harne wieder. Dies hängt wohl theils von der leichtern Löslichkeit dieser Substanzen in den thierischen Säften ab, theils davon, dass sie nur wenig oder gar keine Veränderungen im Körper erleiden. Sehr verschieden ist übrigens die Dauer, wie lange ein fremdartiger Stoff im Körper verweilt, ehe er vollständig ausgeschieden ist; viel hängt hier von der Löslichkeit desselben ab. Von organischen, nicht metallischen Körpern, findet man im Harne wieder: Jod (an Natrium und Ammonium gebunden), Jodkalium, kieselsaure, borsaure, chlorsaure und kohlensaure Alkalien, sowie Chlorbarium, Kaliumeisencyanür und Schwefelcyankalium; Kaliumeisencyanid wird in Cyanür verwandelt. Von metallischen Körpern ist Arsenik und Antimon sicher im Harne wieder zu finden; von Quecksilber, Eisen, Gold, Silber, Zinn, Blei und Wismuth ist es noch ungewiss. Die meisten organischen Säuren gehen unzersetzt in den Harn über, meist erscheinen sie an Basen gebunden: Oxal-, Citronen-, Aepfel-, Wein-, Bernstein- und Gallussäure. Die neutralen, pflanzensauren Alkalien zersetzen sich bei der Stoffmetamorphose und erscheinen im Harne (der dadurch alkalisch und mit Säuren aufbrausend wird) als kohlensaure wieder; auch milchsaure Alkalien werden so verändert. Es geht diese Umwandlung der organischsauren Alkalien in Kohlensäure wohl nicht bereits im Darmkanale durch die Verdauungssäfte oder thierischen Häute, sondern erst im Blute vor sich, wie Injectionen solcher Salze ins Blut beweisen. Auffallend ist es aber, dass freie Säuren im Harn grösstentheils unverändert und nur an Basen gebunden wieder erscheinen, während die an Alkalien gebundenen organischen Säuren so schnell oxydirt werden. — Benzoesäure (und auch Zimmtsäure) verwandelt sich in Harnbenzoesäure und erscheint als solche im Urin. — Von indifferenten organischen Stoffen gehen die meisten Farbstoffe und viele Riechstoffe unverändert oder nur wenig modificirt in den Harn über, z. B. die Farbstoffe von Indigo, Gummigutti, Rhabarber, Krapp, Campecheholz, rothen Rüben und Heidelbeeren; die riechenden Bestandtheile von Baldrian, Asa foetida, Knoblauch, Bibergeil, Safran und Terpenthin. Nicht wieder fand *Wöhler* folgende Stoffe: Kampher, Harze, brenzliches Oel, Moschus, Alkohol, Aether, Lackmus, Saftgrün. *Lehmann* konnte nicht entdecken: Salicin, Phlorrhicin, Coffein, Theobromin, Asparagin und Amygdalin.

Veränderungen des Harns innerhalb des gesundheitsgemässen Zustandes. Auf das Verhalten und die Zusammensetzung des normalen Harns äussern das Alter, Geschlecht, Jahres- und Tageszeit, Diät und Körperbewegung Einfluss. So soll, was das Lebensalter betrifft, der Harn der Kinder und Greise weniger feste Bestandtheile und besonders weniger Harnstoff, ersterer auch Hippursäure (oder Benzoesäure?) enthalten. — Das Geschlecht bedingt wohl nur insofern einen Unterschied, als im Urin des Mannes, wahrscheinlich weil dieser eine grössere Menge besonders stickstoffreicher Nahrungsmittel zu sich nimmt und sich stärkere Körperbewegung macht, mehr feste Bestandtheile (Harnstoff) vorkommen. Zur Zeit der Menstruation ist der Harn manchmal bluthaltig, hier ist das Blut aber menstruales. Bei Schwangern, besonders mit Leukorrhöe, findet sich oft im trüben Urin als weisslicher Bodensatz: Eiweiss, Eiterkörperchen und Fett (Kyestein?). Auch beobachtete man nicht selten, dass wenn man den Urin Schwangerer (und zwar vorzugsweise im 2. und 3., weniger im 4. bis 7., gar nicht im 8. und 9. Monat der Schwangerschaft) ruhig stehen lässt, sich nach spätestens 24 Stunden ein weisses, lockeres, halb schwebendes Sediment bildet; hat dieses einige Stunden gestanden, so lockert es sich auf, kleine rundliche Theile steigen allmälig in die Höhe und bilden auf der Oberfläche eine etwa liniendicke Haut, d. i. Kyestein, welche unter dem Mikroskope aus kleinen Kügelchen, Flocken und Fäden zusammengesetzt erscheint; ein Theil dieser Masse sinkt später wieder zu Boden und bildet dort ein weissgraues Sediment, ein anderer Theil legt sich an das Glas an und bildet dort einen membranösen Ueberzug. Immer scheint das Kyestein nicht im Harne Schwangerer vorzu-

kommen. Es besteht aus einer Proteinverbindung, etwas Fett und phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak. Weder die zur Bildung jener Haut nöthige Zeit, noch die Art und Weise der Entstehung selbst, noch das Ansehen des Häutchens, noch endlich der Käsegeruch zeigen sich constant *(Lehmann)*. Ausserdem unterscheidet sich aber der Harn Schwangerer von dem gewöhnlichen Frauenharn dadurch, dass er specifisch leichter ist, weit eher alkalisirt, weniger phosphorsauren Kalk enthält, aber mehr phosphorsaure Talkerde (besonders während der letzten Schwangerschaftsmonate). Das freie Fett rührt wohl von den Genitalien her. Aus dem Harn einer nicht stillenden Wöchnerin erhielt in den ersten 8 Tagen nach der Niederkunft *Lehmann* so viel Buttersäure, dass dieses Fett nicht füglich von den Genitalien herrühren konnte. — Die Jahreszeit, d. h. der Wärme- und Feuchtigkeitszustand der Luft, übt auf den Harn insofern Einfluss, als Veränderungen in der Hauttranspiration eintreten; bei warmer und trockener Luft, wo die Transpiration vermehrt, ist die Menge des Urins vermindert und die Farbe desselben dunkler, und umgekehrt. — Was die Tageszeit betrifft, so könnte man allenfalls unterscheiden: *urina potus*, einen hellen wasserreichen Harn, welcher bald nach der Aufnahme von Getränken (auch nach dem Bade) gelassen wird; *urina chyli* ist derjenige, welcher nach vollendeter Magenverdauung (2—3 Stunden nach der Mahlzeit) ausgeschieden wird, und etwas schwerer und tingirter als der Tagharn, aber leichter und gefärbter als der Morgenharn ist; *urina sanguinis*, Morgenharn, ist dichter, dunkler, etwas saurer und enthält mehr feste Bestandtheile. — Die Nahrung übt, wie schon oben bei den einzelnen Harnbestandtheilen angegeben wurde, den grössten Einfluss auf die Beschaffenheit des Urins aus. Denn es ist ja die Nierenfunction das Mittel, durch welches sich der Organismus alles überschüssigen Stickstoffs schnell zu entledigen sucht; es werden nicht nur die bei der allgemeinen Stoffmetamorphose untauglich gewordenen Organbestandtheile durch den Harn ausgeschieden, sondern selbst überschüssig in den Körper gebrachte Proteinverbindungen unterliegen ziemlich vollständig im Darmkanale der Resorption (gehen nicht unverändert mit dem Stuhle ab) und werden bei der Blutmetamorphose zu galligen und urinösen Stoffen umgewandelt. — Nach bedeutender Muskelanstrengung ist die Menge des Harns im Allgemeinen vermindert (vielleicht wegen vermehrter Hauttranspiration), die Menge der festen Bestandtheile überhaupt, besonders des Harnstoffs, der phosphorsauren und schwefelsauren Salze vermehrt, dagegen die der Harnsäure vermindert.

I. Zeugung und Entwickelung des Embryo.

Das Entstehen organischer Körper (s. S. 5) ist, da die Urzeugung *(generatio aequivoca)* in der neuern Zeit wohl nicht mehr angenommen wird, an das Vorhandensein eines mütterlichen Körpers geknüpft und kommt hier entweder durch Theilung, Sprossenbildung oder geschlechtliche Fortpflanzung zu Stande. Zum Entstehen höherer Thiere und des Menschen ist der mechanische Contact des männlichen Samens mit dem weiblichen Eie wesentliche Bedingung (getrenntgeschlechtliche Zeugung). Es ist hier die Erzeugung ein fortschreitender, in einer Folge verschiedener Acte bestehender Hergang, welcher sich in die folgenden 5 Momente trennen lässt.

1) Das **eigentliche Zeugen** oder das **Befruchten**, d. i. die Erweckung eines selbstständigen Lebenstriebes im weiblichen Zeugungsstoffe, welche dadurch vermittelt wird, dass Männliches und Weibliches mit einander in Berührung tritt (Begattung). Die Bedingung der Befruchtung ist zunächst die Einwirkung des Hoden-Productes (Samen) auf das Product des Eierstockes (Fruchtstoff); dann aber auch: dass das Ei eine gewisse Reife seiner Elemente (besonders des Dotters) besitze; dass der Same möglichst frisch und jedenfalls mit Samenthierchen versehen sei. Das quantitative Verhältniss des Samens hat einen geringen Einfluss auf dessen befruchtende Kraft. Noch nicht ganz ausgemacht ist es, dass hierbei der Same bis zum Eierstocke gelangt (wovon sich aber neuerlich *Bischoff* in Heidelberg ganz bestimmt überzeugt hat), dagegen dürfen wir der Analogie gemäss und aus den künstlichen Befruchtungsversuchen (von *Spallanzani* bei Insecten, Fröschen und Kröten) mit Sicherheit annehmen, dass, wie bei der äusserlichen Befruchtung (bei Fischen und Fröschen) nur bei der materiellen Berührung des Samens mit dem Eie, letzteres befruchtet werde. An welchem Orte nun aber dieses Zusammentreffen stattfindet, ist noch nicht ermittelt; nach *Bischoff's* Entdeckung (1838) im Ovarium. So viel scheint aus ältern

Beobachtungen als gewiss hervorzugehen, dass der Samen in den Uterus kommen kann, und dass das Antreffen des Samens an die Vaginalportion desselben die unerlässliche Bedingung der Befruchtung ist (was selbst ohne Verletzung des Hymens möglich sein kann), wobei der sich etwas öffnende Muttermund durch eine saugende Bewegung den Samen aufzunehmen und der Uterus selbst etwas abwärts zu dringen scheint. Vielleicht gehört das Coincidiren jener Bewegungen des Uterus und der Ejaculationen des Samens zu einer fruchtbaren Begattung. — Die Wirkung der Befruchtung zeigt sich theils im weiblichen Körper, theils am Fruchtstoffe und bringt an beiden verschiedene Veränderungen hervor, von denen später gehandelt werden soll.

Gründe für die Befruchtung des Eies im Eierstocke sind: *a)* man *(Bischoff)* hat den Samen neuerlich durch den Uterus und die Tuben bis zum Eierstocke selbst verfolgt und ohne Zweifel dienen zur Beförderung desselben bis dorthin: die Contractionen der Tuba in der Richtung vom Uterus nach dem Eierstocke und die Flimmerbewegung im Uterus und in der Trompete, und die eigenen Bewegungen der Samenthierchen; *b)* dass die Eier bei den Vögeln und auch Säugethieren zum Theil nur successive reifen und sich vom Eierstocke lösen, und dass die befruchteten Eier auch bei den Säugethieren längere oder kürzere Zeit nach der Begattung in den Uterus treten, wo ein so langes Verweilen des Samens unwahrscheinlich ist. *c)* Die Eierstock- und Bauchschwangerschaften sprechen für eine stattgehabte Befruchtung im Ovarium. *d)* Unterbindungen oder Durchschneidungen der Eileiter (von *Haighton* und *Bischoff* öfters angestellt) zu der Zeit, wo der Samen nach den gewöhnlichen Beobachtungen noch nicht bis zum Ovarium gedrungen sein kann, hindern die Befruchtung oder Entwickelung der Eier, während eine etwas spätere Durchschneidung, 2—3 Tage nach der Begattung, die Entwickelung der Eier nicht hindert. *e)* Die Fälle, wo bei ähnlichen Zuständen der weiblichen Genitalien auch beim Menschen keine Befruchtung erfolgte, nach deren etwaiger Beseitigung aber eintrat.

2) Die **Einsaat,** d. i. die Versetzung des Fruchtstoffes von der Stelle, an welcher er sich gebildet hat (Eierstock), an eine andere, wo er sich zu einem individuellen Organismus entwickeln kann (Uterus). Das offene oder Bauchende der Muttertrompete legt sich an den Eierstock an, um das aus ihm tretende Ei zu verschlucken. Dieses Anlegen wird von der durch Blutandrang bewirkten Turgescenz dieses Endes, besonders der Franzen, vermittelt und hängt wahrscheinlich auch vom Eierstocke ab, welcher durch das Uebergewicht seiner Lebendigkeit die Tuba an sich zieht und ihr das Ei übergibt. *Bischoff* hat die Turgescenz des Eileiters selten sogleich in der ersten Zeit der Begattung und des Austrittes der Eier bemerkt, sondern erst später, wenn die Eier bereits im Eileiter, ja selbst schon im Uterus sind. — Wenn sich die Franzen der *tuba* nicht an den befruchteten Eierstock anlegen, so muss das abgelöste Ei entweder am Eierstocke hängen bleiben oder in die Bauchhöhle fallen, und eine Eierstocks- oder Bauchschwangerschaft entstehen. — Das von der Tuba aufgenommene Ei wird von dieser allmälig gegen den Uterus hin geschoben und soll in diesem, welcher die eigentliche Brütestelle ist, 3—4 Tage nach der Befruchtung ankommen (das Kaninchenei).

3) Die **Brütung,** d. i. die Entwickelung des Eies und der Frucht. Sie ist das wesentlichste Moment des Hergangs und besteht in demjenigen Einwirken der Brütestelle *(uterus)* auf das befruchtete Ei, wovon die Entwickelung eines selbstständigen Organismus aus seiner Keimhaut abhängt. Die Brütung fängt erst in der eigentlichen Brütestelle an und reicht bis zum Hervorgehen des neuen Individuums aus dem Eie. Hierbei erfährt der brütende Organismus sehr vielfache Veränderungen (s. später).

4) Die **Geburt** *(partus)* ist die Trennung des neuen Individuums vom mütterlichen Körper und mit dem folgenden Momente, der Enthüllung, verknüpft. Sie ist nicht ein einseitiges Abstossen, sondern eine gegenseitige Scheidung, welche darauf beruht, dass jenes seine Individualität behaupten, dieses seine Individualität erlangen will. Im Gebären kehrt das Weib von einem durch ein fremdes Leben afficirten Zustande zu seiner individuellen Freiheit zurück und genest vom Kinde; in der Geburt (Geborenwerden) schreitet das Erzeugte zum selbstständigen Dasein fort. Beim Menschen tritt diese Scheidung gerade am Ende des Fruchtlebens, bis zu welchem sich die Organe des selbstständigen Daseins am Embryo völlig entwickelt haben, ein,

und wir bezeichnen sie als Reifgeburt *(partus maturus)*. Jetzt beginnen die Fruchtorgane, welche den Embryo mit dem mütterlichen Leibe verbanden, zu welken und werden endlich ganz abgeworfen; der mütterliche Leib aber strebt in seinen frühern Zustand zurückzukehren. — Die Vorbereitung zum Gebären besteht in dem verminderten Verkehre und der beginnenden Scheidung von Fruchthalter und Fruchtkuchen; die Ausstossung des Kindes und seiner Hüllen wird aber durch Contraction der Gebärmutter bewerkstelligt, welche mit Schmerz (Wehen, *dolores ad partum*) verknüpft ist.

5) Die **Enthüllung** oder das Hervortreten des Embryo aus dem Eie ist ein Hergang, welcher während der Geburt stattfindet und in Zerreissung der Eihäute besteht, worauf der aus diesem hervortretende Embryo durch Zerschneidung des Nabelstranges vom Fruchtkuchen und so von der Mutter getrennt wird. Mit diesem Hergange fällt die den Embryo von den Aussendingen scheidende Schranke, so dass er nun in unmittelbaren Verkehr mit der Welt tritt, oder zur Welt kommt. Nur sehr selten wird der Mensch in den unverletzten Eihäuten geboren.

Zeugungsorgane.

Die Organe, welche zur Fortpflanzung des menschlichen Geschlechts dienen (s. Bd. I. S. 733), bestehen in beiden Geschlechtern aus einer den Zeugungsstoff secernirenden Drüse mit ihrem Ausführungsgange, einem Behälter zur Aufbewahrung und Reifung desselben, und aus einem an die Körperoberfläche führenden Kanal. Am besten trennt man die Geschlechtstheile in eigentliche Zeugungs- und in Begattungsorgane; jene sind die Hoden, Samenleiter und Samenbläschen (mit Prostata) im männlichen Geschlechte, die Eierstöcke, Muttertrompeten und Gebärmutter bei der Frau; zu den Begattungsorganen gehören die Scheide und Scham beim Weibe, das Zeugungsglied (die Ruthe) beim Manne.

1) Der **Hode**, *testis* (s. Bd. I. S. 735) wird von 5 Hüllen umgeben, nämlich: von der äussern Haut, der Fleischhaut *(tunica dartos)*, der gemeinschaftlichen Scheidenhaut des Samenstranges und Hodens, der eigenen Scheidenhaut des Hodens und von der Albuginea. Die Dartos, welche durch ein straffes Bindegewebe fest an die äussere Haut, aber nur locker durch vollkommen formloses Bindegewebe an die allgemeine Scheidenhaut befestigt ist und das Septum scroti bildet, stellt eine schlaffe, jedoch ziemlich cohärente, häutige Ausbreitung von leicht röthlich-gelb gefärbtem Bindegewebe dar, die zahlreiche grössere und kleinere Maschen einschliesst, welche anstatt des Fettes gewöhnlich eine gelbliche, albuminöse Flüssigkeit enthalten. Glatte, mit zahlreichen, langen, stäbchenförmigen Kernen besetzte Muskelfasern sind das hauptsächlichste Element der Dartos; sie sind zu Bündeln von 0,2—0,5‴ Breite vereinigt, welche, hauptsächlich der Raphe des Scrotum parallel laufend, von einem kernfaserreichen Bindegewebe umgeben und zu einem netzförmigen Gefüge unter einander vereinigt sind. Die Gefässe der Dartos sind sehr zahlreich, die Capillaren bilden ein sehr engmaschiges Netz; die Zahl der Nerven ist geringer. — Die gemeinschaftliche Scheidenhaut, Fortsetzung der *fascia transversa* und mit der *tunica vaginalis propria*, sowie mit dem Samenstrange verwachsen (so dass sie also keine Höhle bildet), besteht aus geformtem Bindegewebe und ist stellenweise an ihrer äussern und innern Fläche mit Muskelfasern belegt. Oben an der äussern Seite befindet sich nämlich der von quergestreiften Muskelfasern zusammengesetzte Cremaster, während innen an der Stelle der Haut, welche der hintern Fläche und dem untern Ende des Nebenhodens entspricht, eine gelblichröthliche Lage von glatten Muskelfasern (innere Muskelhaut des Hodens, *Kölliker's*) liegt, die sich

von hier aus über zwei Drittel der Scheidenhaut ausbreitet. — Die **eigene Scheidenhaut des Hodens** gehört hinsichtlich ihres histologischen Verhaltens und ihrer sackförmigen Gestalt zu den serösen Häuten. Sie ist am Hoden sehr innig mit der Albuginea verwachsen, weniger fest am Nebenhoden, wo sie am Kopfe desselben eine (vielleicht einer *appendix epiploica* analoge) 1—3''' grosse Wasserblase (*Morgagni*'sche Hydatide, *hydatis tunicae vaginalis*) bildet, die beim Kinde und Erwachsenen gefunden wird. — Die **Albuginea**, eine sehr dicke straffe Sehnenhaut, welche nach innen zu den Charakter des formlosen Bindegewebes annimmt, umhüllt das Parenchym des Hodens, umgibt die eintretenden Gefässe mit Scheiden und dringt mit Fortsätzen in das Innere des Hodens ein. — Das **Hodenparenchym** besteht aus schlangenförmig gewundenen Röhrchen (**Samenkanälchen**), deren Wände glashell, structurlos und dicker als die Harnkanälchen sind, bisweilen mit länglichen Zellenkernen. Der Inhalt der Samenkanälchen ist nach dem Alter verschieden; beim Kinde findet man Elementarkörner in ziemlich geringer Zahl, sehr viel Zellenkerne und wenige vereinzelte, vollkommen ausgebildete Zellen. Die Kanälchen des Erwachsenen besitzen ein Epithelium, dessen Zellen sich mehr den cylindrischen als den pflasterförmigen nähern; sie sind mit Samenbestandtheilen erfüllt. Innerhalb der Drüsensubstanz des Hodens werden durch Scheidewände der Albuginea Fächer abgetheilt, von welchen ein jedes ein Paquet von vielfach gewundenen Samenkanälchen enthält. Diese letztern endigen nicht blind, sondern bilden unter einander und selbst mit den Samenkanälchen nebenliegender Läppchen Schlingen und treten gegen den hintern Rand des Hodens unter spitzen Winkeln zu einem etwas breiteren Samengefässe zusammen, welches mehr gestreckt durch das *corpus Highmori* tritt und mit andern dergleichen Gefässen das *rete Halleri* bildet (s. Bd. I. S. 737). Die **Samengefässe des Nebenhodens** haben nicht mehr den einfachen Bau der Samenkanälchen des Hodens. Schon die Kanäle des *rete Halleri* lassen auf ihrer structurlosen Grundlage zahlreiche längliche, quergestellte Zellenkerne erkennen. Diese Kerne nehmen an den Kanälen der *coni* immer an Menge zu, werden stäbchenförmig und gehören endlich musculösen Faserzellen an. Im Körper des Nebenhoden gesellt sich zu der circulären Schicht dieser glatten Muskelfasern noch eine longitudinale, die aber mit Bindegewebe untermischt ist, welches die Windungen des Nebenhodenkanales an einander heftet. Die innere Fläche der Nebenhodenkanäle ist mit einem zarten Cylinderepithelium bekleidet.

Männlicher Samen. Im frisch ergossenen Samen eines gesunden Mannes sind folgende Formelemente zu beobachten. 1) **Samenfäden**, sogen. **Samenthierchen**, **Spermatozoen**, **Spermatozoiden** (s. S. 12), welche den bei weitem grössten Theil bilden und sich frei bewegende, fadenförmige, mit einem scharf abgesetzten, knötchenartigen Ende (Kopf, Scheibe) versehene, spitz endigende Fäden darstellen, in denen keine Spur von Organisation aufzufinden ist. Die Entwickelung der Samenfäden geht innerhalb von Zellen vor sich, welche den Inhalt der Samenkanälchen des Hodens bilden helfen. In ihnen tritt zuvörderst eine Vermehrung der Kerne auf und von diesen geht dann die Entwickelung der Samenfäden aus. In den Samenkanälchen der Hoden finden sich fast nie fertige Samenfäden, sondern nur Zellen mit zahlreichen Kernen gefüllt und Kernbläschen, welche einen Samenfaden enthalten. Im Nebenhoden dagegen trifft man schon freie Fäden und vorzüglich Bündel von Samenfäden, die sich erst im *vas deferens* auflösen und nun ihre Bewegung erhalten. 2) **Samenkörner**, rundliche, blasse, fein granulirte, den farblosen Blutkörperchen ähnliche Bildungen, welche sich wie Zellenkerne verhalten (vielleicht in der weitern Entwickelung zurückgebliebene Zellenkerne). 3) **Elementarkörner** in verschiedener Menge und Grösse. 4) **Krystalle**, kleine mehr oder weniger regelmässige Rhomboeder aus phosphorsaurem Kalke, welche im Samen nicht präformirt vorhanden sind, sondern sich sehr rasch beim Verdunsten seines Wassergehaltes bilden.

Der **männliche Samen** oder **Zeugungsstoff**, *semen s. sperma virile*, welcher nur in den Hoden bereitet werden kann und die Fähigkeit sowie die Bestimmung hat, das im weiblichen Körper sich aus dem Eierstocke trennende Ei zu befruchten, ist, so wie er bei der durch den Geschlechts- und Zeugungstrieb herbeigeführten Begattung (Beischlaf, *coitus*) oder bei Pollutionen ausgeleert wird, mit dem Secretum der Prostata, der Cowper'schen Drüsen und der Schleimhaut der Samenbläschen und Harnröhre gemischt und stellt (nach *Burdach*) eine dickflüssige, gallertartige, weisse, klebrige, fadenziehende, undurchsichtige Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruche und scharfem, schrumpfendem Geschmacke dar. Er ist schwerer als andere thierische Flüssigkeiten und sinkt im Wasser zu Boden; er reagirt alkalisch und es entwickeln sich aus ihm viele Luftblasen. Einige Stunden nach seiner Ausleerung scheidet er sich allmälig in ein helles, durchsichtiges Serum und in Faserflocken; in sehr trockner Luft vertrocknet er zu einer hornartigen, zerbrechlichen, durchscheinenden Substanz. Bei mässig warmer Luft bekommt er ein Häutchen, und setzt phosphorsauren Kalk ab, theils in weisslichen Klümpchen, theils in 4seitig prismatischen Krystallen mit 4seitig pyramidalen Endspitzen. In warmer feuchter Luft zersetzt sich der Samen, wird gelb, sauer, riecht wie faule Fische und überzieht sich mit *byssus septica.* In kaltem und heissem Wasser ist er unauflöslich, durch Laugensalze wird er damit mischbar. Getrocknet wird er in der Hitze anfangs weich, goldgelb und riecht wie brennendes Horn; dann wird er braun und schwarz, bläht sich auf, gibt dicken Rauch mit ammoniakalischem Geruche und eine voluminöse Kohle, aus welcher sich nach einigen Tagen phosphorsaurer Kalk und kohlensaures Natron in Krystallen absetzt. *Vauquelin* fand in 100 Theilen Samen folgende Bestandtheile: Wasser 90 p. C. — eigenthümliche extractartige, schleimige Materie *(Spermatin)* 6 p. C. — phosphorsauren Kalk 3 und Natron 1 p. C. — In ganz frischem Zustande enthält er noch einen flüchtigen Stoff, den Samenduft, *aura seminalis*, welcher ihm den eigenthümlichen Geruch verleiht und die oben beschriebenen Formelemente.

Samenthierchen, *spermatozoa (Baer) s. animalcula spermatica,* welche zuerst i. J. 1677 von einem Leydener Studenten *Ludw. v. Hamm* (aus Danzig) entdeckt und kurz darauf von *A. v. Leeuwenhoek* genauer untersucht wurden. Sie haben einen gelblichen, ovalen, vorn zugespitzten, hinten breiten Körper oder Kopf ($^1/_{400}$—$^1/_{320}$''' lang, $^1/_{800}$''' breit und $^1/_{1080}$''' dick), aus dessen hinterm Ende ein dünner, spitzig endigender und $^1/_{200}$—$^1/_{160}$''' langer Schwanz ausgeht. Diese sogenannten Thierchen, deren Bildungsstätte die Hoden sind und die in die Klasse der Infusionsthierchen (und zwar zu den Cercarien) zu gehören scheinen, verhalten sich in ihren Lebensäusserungen wie diese; sie bewegen sich nämlich lebhaft, indem sie sich theils am Schwanze hin und her schwingen, theils sich schlängelnd fortschiessen, und ruhen zuweilen, gehen bald da und bald dorthin, weichen einander aus u. s. f. Ihre Grösse steht durchaus in keinem Verhältnisse zur Grösse des Thieres, in dessen Samen sie leben; bei den niedrigen kommen sie nicht bloss grösser, sondern auch zahlreicher vor, als bei höhern. Sie finden sich nur im fruchtbaren Samen und fehlen deshalb bei Knaben, Greisen und Kranken; Maulthiere, die gewöhnlich unfruchtbar sind, haben keine Samenthierchen, ob sie gleich Samen bereiten; bei den Thieren findet man sie nur zur Zeit der Brunst. — *Burdach* betrachtete die Spermatozoen als Erscheinungen einer lebendigen Zersetzung organischer Substanz, nicht, wie *Prévost* und *Dumas*, als unmittelbare Erzeugnisse der Secretion, und glaubt, dass dieselben weder der allein wirksame, noch der allein wesentliche Theil des Samens sind. Er hält sie für Infusorien — denn da der Samen theils in hohem Grade zersetzbar ist, theils aus einer festen Substanz besteht, welche mit Flüssigkeit gemischt ist und mit thierischer Wandung in vielfältige Berührung tritt, so finden sich in ihm die Bedingungen der Infusorienbildung — welche sich entwickeln, wenn der Samen seine höchste Ausbildung erreicht hat, sehr zersetzbar und zum Befruchten geeignet ist. Sie sind nach ihm also nicht ursprünglich vorhanden und das Zeugungskräftige, sondern nur eine Nebenwirkung und begleitende Erscheinung der Zeugungskraft. *Baer* theilt *Burdach's* Ansicht und glaubt, dass die Samenthierchen im Innern des schleimigen Theiles vom Samen leben und dass das Wasser, indem es diesen Stoff auflöst, sie befreit. So fand er auch in den Muscheln, bei denen Schleim und Eiweissstoff vorherrschend ist, den ganzen Körper mit Infusorien angefüllt, die nur ein Zertheilen der zusammenhaltenden Masse erwarten, um selbstständiges Leben zu äussern. Diese Zertheilung hängt beim männlichen Samen wahrscheinlich vom Safte der Prostata, Cowper'schen Drüsen und Samenbläschen ab. — *Treviranus* hält die Samenthierchen für dem Samenstaube der Pflanzen analoge Körper und will sie thierisches Pollen genannt wissen. — *Henle* nennt die Samenthierchen mit *Kölliker* Samenfäden und hält sie nicht für selbstständig belebte und zufällige Bewohner des Samens, sondern für eine Art von Elementartheilen des Organismus. Sie bestehen aus einem dunkleren, gelblichen, breiteren und abgeplatteten, birnförmigen Kopfe und einem längern, dünnern, cylindrischen und in eine äusserst feine Spitze endigenden Schwanze, der durch eine Einschnürung vom Kopfe abgesetzt ist. Der Kopf ist, wie die Blutkörperchen, napfförmig ausgehöhlt und scheint deshalb ein kleineres dunkleres Körperchen einzuschliessen; er ist aber ganz homogen und ohne eine Spur innerer Organisation. Die Verbindungsstelle des Schwanzes mit dem Kopfe und der Anfang des erstern ist zuweilen von einer hellen, schwachkörnigen Substanz umgeben, welche ein rundes oder ovales Knötchen, bisweilen auch eine helle Scheide bildet, meistens länger und breiter als der Kopf. Ehe sich die Faserstoffflocken im Samen abgesetzt haben, sind die Samenfäden entweder ruhig oder ihre Bewegungen sind träge, selten verlässt einer seine Stelle. Wenn sich aber der Samen in Gerinnsel und Serum geschieden hat, so beginnen die lebhafteren Ortsbewegungen. Ein Theil der Samenfäden wird in die Faserstoffstränge verwickelt, sie bleiben entweder ruhig, oder wiegen sich an der Oberfläche hin und her, oder krümmen sich langsam zusammen und schiessen dann plötzlich hervor, offenbar um sich los zu machen. Die freien Samenfäden fliessen anfangs mit zuckenden Bewegungen durch die engen Gassen zwischen den Gerinnseln durch, nach und nach werden im Serum ihre Bewegungen freier und selbstständiger, sie schnellen sich mit Hülfe des Schwanzes kräftig und mit Schnelligkeit (1'' in $7\frac{1}{2}$ Minute) fort. Nach einiger Zeit werden ihre Bewegungen lang-

samer, ruhiger und endlich strecken sie sich gerade aus und treiben nun todt (nach 12—20 und mehr Stunden) in der Flüssigkeit passiv herum. Zuweilen trennt sich, ehe Fäulniss eintritt, der Körper vom Schwanze. Während aller Ortsbewegungen bleibt die Form des Kopfes unverändert; nach *Lampferhoff* soll er sich aber ausdehnen und contrahiren.

Genesis der Samenthierchen. Nach *Wagner* ist dieselbe (beim Vogel und auch beim Menschen) folgende. Mit zunehmendem Blutzufluss und vermehrter Turgescenz des Hodens entstehen deutliche rundliche, ganz durchsichtige Blasen, die zuerst einen, dann mehrere (2—3—10 und mehr) Kerne haben. Diese Kerne sind zarte, blasse, granulirte Kugeln; sie wachsen (von $\frac{1}{150}$—$\frac{1}{100}$—$\frac{1}{50}$''') und zwischen den einzelnen Kernkugeln innerhalb der Blase bilden sich fein granulirte Niederschläge, wobei die Kugeln verschwinden und lineare Gruppirungen entstehen, die sich bald als Bündel von Samenthierchen, schon mit etwas spiraligen Enden, kenntlich machen. Bald nehmen nun die Blasen eine ovale Form an, die Kugeln verschwinden, der körnige Inhalt nimmt ab, die Samenthierchen sind gewachsen und liegen umgebogen in der Blase; ihre spiraligen Enden sind deutlicher. Die zarte Hülle zieht sich nun enger über die Samenthierbündel zusammen, so dass sie vorn an den spiraligen Enden birnförmig dieselben umkleidet und vielleicht am entgegengesetzten Ende schon offen ist. Die Blasen sind häufig knieförmig gebogen, endlich strecken sie sich gerade und haben ihre volle Grösse erreicht. Die Blasenhüllen sind immer, besonders jetzt, sehr hygroskopisch; ein geringer Zusatz von Wasser macht sie platzen, die Samenthierbündel lösen sich, drehen sich auf wie ein Seidenfaden und zeigen nun öfters schon Bewegung. Nach geplatzter Hülle gelangen nun die Spermatozoen ins *vas deferens*, wo sie kräftiger und stärker, wie besser genährt aussehen. Nach diesen Beobachtungen entwickeln sich die Samenthierchen also auch, wie die übrigen Gewebe, aus Zellen und der *liquor seminis* ist als *matrix* (Zellenkeimstoff, *cytoblastema Schwann's*) zu betrachten, worin sich die Kernkugeln als Cytoblasten entwickeln (s. *Schwann's* Zellentheorie). — *Henle* gibt folgenden Entwickelungsgang als den Samenfäden aller Wirbelthiere gemeinsam an. Zuerst treten fein- oder grobkörnige Kugeln (wahrscheinlich neue Elemente) von 0,0033—0,005''' Dm. auf; die Kugeln werden grösser, manche haben ein dunkleres Körperchen im Centrum; sie werden allmälig blässer und nun erscheint in ihrem Innern eine feinkörnige Kugel, dann eine 2. und während sich die ursprüngliche Blase (Mutterzelle) immer mehr ausdehnt, mehrt sich auch die Zahl der in ihrem Innern enthaltenen Kugeln oder Tochterzellen. In jeder derselben entwickelt sich ein Samenfaden und zwar nach *Kölliker* so: zuerst schwindet nach und nach der feinkörnige Inhalt der Tochterzellen, während sich zugleich der Samenfaden in spiraligen Windungen ($2\frac{1}{2}$) an der Zellenwand ablagert. Häufig sind Zellchen, die besonders an einer Seite eine starke Anhäufung von Körnern haben, während die übrige Zelle wie leer erscheint. Die Körner bilden unmittelbar durch Verschmelzung den Körper des Samenfadens. Die Tochterzelle scheint sich zuletzt aufzulösen und dadurch der Samenfaden frei zu werden; er rollt sich nach und nach auf. Sind um diese Zeit die Tochterzellen noch von der Mutterzelle umgeben, so kommt der Samenfaden frei in diese zu liegen, vom körnigen Inhalte der ehemaligen Tochterzelle umgeben. Wenn sämmtliche Tochterzellen aufgelöst sind, so liegt ein Bündel Samenfäden lose in einer weiten Kapsel, d. i. die Mutterzelle. In der Regel liegen die Samenfäden parallel an einander, und wachsen, während die sie umgebende körnige Masse verzehrt wird. Die Hülle wird zugleich feiner und zieht sich enger um die Samenfäden zusammen, so dass sie eine birnförmige Blase bildet, in deren dickerem (nach *Lallemand* stets nach dem Nebenhoden gerichteten) Ende die Köpfe liegen. Das schmälere Ende scheint sich zuerst zu öffnen, die frei gewordenen Samenbündel bleiben aber oft noch in Haufen zusammen und die Samenfäden sind aufgerollt, wie Geldstücke in Rollen auf einander geschichtet (wie die Blutkörnchen), die Schwänze alle nach einer Seite gestreckt. So lange die Samenfäden in ihrer Zelle eingehüllt sind, liegen sie ganz ruhig, auch wenn sie nach Auflösung der Tochterzelle in die Mutterzelle gelangen und selbst wenn sie ganz frei im Hoden sind, machen sie keine Bewegung; erst im *vas deferens* beginnen ihre Bewegungen. Wenn das zeugungskräftige Alter vorüber ist, sowie bei grosser Schwäche, verschwinden die Samenfäden, indem sie anfangs unbeweglicher und verkümmert sind und nicht in Bündeln, sondern einzeln herumliegen; die mit Kugeln gefüllten Zellen im Hoden werden sparsamer, in ihnen erscheinen gelbliche, das Licht stark brechende Kügelchen (wie Fettkügelchen), und bald verschwinden sie völlig. Später findet man im Hoden nur noch kugelförmige oder ovale Körperchen von 0,006—0,010''', Aggregate von grossen, dunklen, runden Körnchen, zum Theil mit etwas hellerem Kern. Es ist wahrscheinlich, dass während des zeugungsfähigen Alters die gebildeten Samenfäden, wenn sie nicht ausgeleert werden, sich auflösen und an deren Stelle neue sich entwickeln, weil man stets auch die unentwickelten Formen im Hoden trifft und man sich nicht gut vorstellen kann, dass diese unentwickelt warten sollten, bis die reifen Vormänner abgetreten sind. — *Gerlach* beschreibt die Entwickelung der Samenfäden so: die Zellen, welche den Inhalt der Samenkanälchen des Hoden bilden und in denen die Entwickelung der Samenfäden vor sich geht, besitzen unter gewöhnlichen Verhältnissen nur einen Kern; bei brünstigen Thieren nimmt jedoch die Anzahl ihrer Kerne von 2—20 und mehr zu. Mit dieser Vermehrung der Kerne im Innern der Zellen vergrössern sich diese letztern beträchtlich (bis zu 0,02—0,03'''); von den Kernen selbst geht die Entwickelung der Fäden aus. Dieselben sind meist kugelrund, anfangs stark granulirt, mit 1 oder 2 Kernkörperchen, von 0,003—0,004''' Dm. Während der feinkörnige Inhalt dieser Kerne sich aufzulösen beginnt und dadurch die Kerne selbst in bläschenförmige umgewandelt werden, erfolgt im Innern derselben die Bildung der Samenfäden. In jedem einzelnen Kerne entsteht auch nur ein Faden. Zuerst beobachtet man im Innern des Kerns einen mehr rundlichen Körper, welcher, schmäler werdend, sich etwas verlängert, der Kopf des künftigen Samenfadens. Hierauf entwickelt sich, innig mit dem Kopfe zusammenhängend, als fadenförmiger Anhang, der Schwanz, welcher sich rasch verlängert und in spiralen Windungen an die innere Seite der Kernmembran anlegt. Ist der Samenfaden im Innern des Kernbläschens vollständig entwickelt, so löst sich das

letztere alsbald auf, der Samenfaden wird frei und kommt in die Mutterzelle zu liegen. Enthielt die Mutterzelle nur einen oder nur wenige Kerne, so lagern sich die Samenfäden, immer noch wie vor ihrem Austritte aus den Kernbläschen, in Spiralen gewunden an die innere Zellenwand an und liegen ungeordnet durch einander. Ist jedoch in einer Mutterzelle eine grössere Anzahl von Fäden, so ordnen sich diese innerhalb der Zellen zu regelmässigen Bündeln, wobei ihre Köpfe dicht an einander zu liegen kommen und ihre Schwänze alle nach einer Seite hin gerichtet sind. Durch die rasch erfolgende Auflösung oder Berstung der Mutterzelle werden diese Büschel von Samenfäden frei und schwimmen in der Samenflüssigkeit herum, wobei sich ihre Schwänze schon lebhaft bewegen. Zuletzt trennen sich auch die zu Büscheln vereinigten Fäden von einander und bewegen sich nun einzeln.

Die **Ausspritzung des Samens** *(ejaculatio seminis)* bei der Begattung erfolgt durch folgende Kräfte: *a)* durch die Zusammendrückung des Hodens mittels des *musculus cremaster; b)* durch die Contractionskraft der Samenleiter und Samenbläschen; *c)* durch die Hülfe verschiedener Muskeln, als: des *m. bulbocavernosus*, welcher die Harnröhre zusammenpresst, der *levatores ani* und *transversi perinaei*, welche die Samenbläschen und Prostata gegen die Harnröhre drücken. Der Samen, dessen Quantität sehr verschieden ist und ungefähr einige Drachmen beträgt, wird einige Zoll weit gespritzt.

2) **Samenleiter und Samenbläschen.** Das *vas deferens* (s. Bd. I. S. 739) besitzt eine ziemlich starke musculöse Schicht in seiner Wand, an welcher man 3 Lagen glatter Muskelfasern unterscheiden kann, eine innere longitudinale, die schwächste, eine mittlere circuläre, und eine starke äussere longitudinale. Die Wand der **Samenbläschen** (s. Bd. I. S. 741) wird von Schleimhaut, einer musculösen Schicht (aussen mit longitudinalen, innen mit schiefen oder circulären glatten Muskelfasern) und von einer äussern, vorzüglich aus lockern Bindegewebe und elastischen Fasern bestehenden Hülle gebildet. Die Schleimhaut enthält zahlreiche einfache Schleimdrüsen, ist sehr gerunzelt und hat deshalb ein maschiges, netzförmiges Ansehen; sie ist mit geschichtetem Pflasterepithelium bekleidet, welches durch ein Uebergangsepithelium mit dem Cylinderepithelium der Schleimhaut des Samenleiters in Verbindung steht. An der hintern festeren Wand der äussern Hülle hat *Kölliker* glatte Muskelfasern beobachtet, welche zum Theil wenigstens mit der Musculatur der vorderen Fläche des Mastdarms in Verbindung stehen. Ausserdem beschreibt *K.* noch ein hauptsächlich aus glatten Muskelfasern bestehendes Band, welches von einem Samenbläschen zum andern herübergeht und sich an die innern Ränder derselben anheftet. Die **Ausspritzungsgänge** haben denselben Bau wie die Samenbläschen, nur ist ihre Schleimhaut weniger runzlig und drüsenarm.

Die **Verrichtung** der Samenbläschen scheint theils in Aufbewahrung des Samens, theils in Absonderung eines Saftes zu bestehen, welcher, vom Samen verschieden, sich mit diesem vermischt. Es ist nach *Weber* gewiss, dass bei manchen Thieren gar kein Same in die Bläschen gelangt und dass sie hier nur Absonderungsorgane sind. In den menschlichen Samenbläschen finden sich auch weit weniger Samenfäden und ein dünnerer Samen als im Samenleiter.

3) **Prostata** (s. Bd. I. S. 742). Sie besitzt eine äussere, aus Bindegewebe zusammengesetzte und mit der *fascia perinaei profunda* und *fascia pelvis* zusammenhängende Hülle, und darunter noch eine ziemlich derbe, gelbliche Bekleidung, welche fast nur aus glatten Muskelfasern besteht. Diese letztern dringen auch, in Begleitung von Bindegewebsfasern, in das Parenchym der Drüse und bilden ein, fast ein Drittel des ganzen Organs ausmachendes Balkengewebe, zwischen welches die Drüsenbläschen eingebettet sind. Der Bau der eigentlichen Drüsensubstanz ist, wie bei den Speicheldrüsen, traubenförmig; doch sind ihre Terminalbläschen weit weniger gehäuft als bei diesen, und ihre zahlreichen Drüsengänge vereinigen sich nicht zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange, sondern öffnen sich, in ziemlich grosser Zahl (bis zu 40), gesondert um den Samenhügel in die Harnröhre. Die Drüsenbläschen (von etwa 0,08—0,09''' Dm.), durch das faserige Stroma von einander getrennt, bestehen auch hier aus einer structurlosen Membran, deren innere Wand mit kernhaltigen pflasterförmigen Zellen (von 0,005''' Dm.) besetzt ist; sie enthalten noch zahlreiche Zellenkerne und ungewöhnlich grosse

Elementarkörner. Etwa 12—15 solcher Bläschen vereinigen sich zu einem, meist länglichen Läppchen (von 0,5''' Länge und 0,3''' Breite), welchem ein Ausführungsgang (von 0,06—0,08''' Dm.) entspricht. In letzterem, welcher ebenfalls aus einer structurlosen Membran, aber mit deutlichen Längenstreifen, und aussen aus einer Lage von kurzen musculösen Faserzellen besteht, geht das pflasterförmige in das Cylinderepithelium über *(Gerlach).* Nach *Weber* besteht die Prostata aus vielen, dicht an einander liegenden und durch Zellgewebe verwachsenen pyramidalen Läppchen, die ihre Basis nach der Peripherie, ihre Spitze nach der Harnröhre kehren und deren Seitenflächen uneben sind, weil die benachbarten Läppchen in einander eingreifen. Die Drüsengänge verbreiten sich, ohne unter einander zu communiciren, baumförmig und das Charakteristische derselben besteht darin, dass sie im Verhältniss zu ihrer geringen Länge sehr weit sind; dass ihre Wände fast überall mit Drüsenläppchen besetzt sind, die nicht durch einen engern Gang und also durch eine Art von Stiel, sondern unmittelbar auf ihnen aufsitzen; dass die Wände und die angeschwollenen Enden der Ausführungsgänge aus unter einander verwachsenen Zellen (von $\frac{1}{39}$ — $\frac{1}{29}$ Par. Lin. Dm.) bestehen. — Die *vesicula prostatica s. uterus masculinus* (s. Bd. I. S. 743) enthält in ihrer Wand viel kernfaserreiches Bindegewebe, welchem im Halse des Bläschens nur wenige, im Grunde aber viele glatte Muskelfasern beigemengt sind. — Die Cowper'schen Drüsen (s. Bd. I. S. 744) sind nach *Gerlach* ziemlich analog der Prostata gebaut; sie besitzen gleichfalls eine aus Bindegewebe, mit glatten Muskelfasern durchsetzte Hülle und ein aus musculösem Fasergewebe bestehendes Stroma. Die Terminalbläschen hängen mit 0,1''' breiten Drüsengängen zusammen, welche nach *Krause* häufig in eine gemeinsame, im Innern der Drüse gelegene Höhle (von 1,4''' Dm.) einmünden. Aus dieser Höhle tritt der einfache, selten doppelte Ausführungsgang, welcher anfangs weiter ist, sich jedoch bei seinem Durchgange durch die *pars membranacea* bis auf 0,2''' Dm. verengert.

Ligamentum plevio-prostaticum capsulare. *Retzius* beschreibt den Apparat, durch welchen die Harnblase, Prostata und die Harnröhre an der untern Beckenöffnung befestigt sind, so: die dünne die Urinblase bekleidende Haut, welche gewöhnlich als ein Theil der *fascia pelvis* angesehen wird, und die nach aussen auch in diese übergeht, setzt sich vom untern Theil der Blase über die Prostata hinweg fort. Zu diesem Organe hinabgelangt wird sie dick und dicht an der Drüse festsitzend. Der vordere Theil der *levatores ani* liegt dicht längs den Seiten dieser Kapsel, ohne Unterlage einer eigenen Fascie. An der hintern Fläche der Drüse ist sie am dünnsten, geht zwischen sie und den Mastdarm hinab, setzt sich unter der Prostata fort, bekleidet den hintern Theil des Muskelapparates der Urethra, nebst den in diesen eingeschlossenen Cowper'schen Drüsen, erstreckt sich an den Seiten gegen die aufwärts steigenden Aeste des Sitzbeins, an denen sie sich befestigt; zwischen diesen Anheftungsstellen geht sie dünn hinab hinter den *bulbus urethrae* und endigt unter einem spitzigen Winkel am *lig. triangulare.* Zu den Seiten der Prostata, wo dieses Capsularligament am stärksten ist, streckt es sich nach aussen hin, um sich an den entgegenstehenden Aesten der Sitz- und Schambeine zu befestigen. Hierdurch werden die Seiten der Kapsel wie ein Zelt angespannt, verlassen die Prostata und bedecken statt dessen die ihr zu Seiten liegenden reichen *plexus venosi pudendales* nebst den begleitenden Arterien und Nerven. Die Anheftungsstelle an den Seitenrändern der Beckenöffnung erstreckt sich vom horizontalen Aste des Schambeins bis in die Nähe der Sitzhöcker. Die vorderen Ränder dieser Seitenpartieen machen den aponeurotischen Theil der *ligg. pubo-prostatica (pubo-vesicalia)* aus, die hinteren, welche sich über die von den Sitzbeinen ausgehenden Bündel des Urethralmuskels hinziehen, werden von diesem zur Form zweier strangförmiger Kanten, den Ecken eines 4eckigen Zeltes gleich, ausgespannt und gehen in die hintere eben beschriebene Seite über. Diese hintere Ausspannung der Kapsel ist es, welche *Müller lig. ischio-prostaticum* nennt, *Santesson* aber weiter nach vorn verfolgt und *lig. pubo-ischiadicum prostatae* zu nennen vorgeschlagen hat (s. Bd. I. S. 245). Nach oben berührt die Kapselwand nur einen kleinen Theil der Prostata, und wird, nachdem sie von der Blase und Prostata niedergestiegen ist, um zu der zunächst liegenden Oberfläche der Schambeine zu gelangen, durch die Muskelstränge von der Muskelhaut der Blase ausgespannt, welche stets als die Schambeinbefestigungsstelle des *m. detrusor urinae* angesehen worden ist. Die hierdurch entstehenden gespannten strangähnlichen Kanten sind die sogenannten *ligg. pubo-vesicalia.* Zwischen diesen bildet sie eine tiefe Grube und bedeckt auch hier die über der Urethra und Prostata hinter der Symphyse zusammentretenden Venengeflechte *(plexus pubicus impar).* Die vordere Wand der Kapsel wird vom *lig. triangulare* gebildet. Auf diese Weise werden nun die Prostata sowohl, als der musculöse Theil der Harnröhre in eine Kapsel oder Theca eingeschlossen, mit 4 Seiten und eben so vielen Ecken, ferner mit einer breiten, ziemlich ausgedehnten Basis, stark befestigt an der Beckenöffnung, und mit einem weit ausgedehnten Boden, gebildet vom *lig. triangulare.* Die beiden vordern Ecken der Basis *(ligg. pubo-vesicalia)* liegen einander nahe, die beiden hinteren *(ligg. ischio-prostatica)* sind

stark ausgesperrt. Nicht genug, dass dieser Apparat eine starke, ligamentartige Befestigung bildet; er enthält nebst der Prostata, der Urethra, Venenplexus, Arterien und Nerven, auch den wichtigen Muskelapparat für die Urethra. Dieser letztere hat seine äusserste Befestigung an der Innenseite des langen Basilarrandes dieser Kapsel, so dass die *ligg. ischio-prostatica* wie Sehnen des *m. constrictor urethrae* erscheinen.

4) **Penis, Ruthe** (s. Bd. I. S. 744). Beim Manne besteht das **Begattungsorgan** (nach *Kobelt*) aus zwei, ihrer Bestimmung nach wesentlich verschiedenen Abtheilungen, von denen die eine (transitives Wollustorgan), der **Ruthenzellkörper, Ruthenschaft,** der das ganze Glied an die Beckenknochen befestigt und in der Erection gleichsam eine starre Apophyse derselben darstellt, die andere (passives Wollustorgan), bestehend aus **Eichel, Harnröhrenzellkörper** und **Harnröhrenzwiebel** nebst ihren Muskeln, an Masse und Derbheit des Baues meist bedeutend überwiegt, ihr gleichsam zum Träger, zur Stütze dient. — Unter der äussern, dünnen, schlaffen, fettlosen Haut des Penis findet sich zunächst eine **Fascia**, welche die ganze Ruthe von der Wurzel bis zum Hals der Eichel umgibt und im continuirlichen Zusammenhange sowohl mit der Dartos, wie mit der *fascia perinaei* steht. Sie ist aus kernfaserreichem Bindegewebe, dem zahlreiche, röthlich-gelbe Bündel glatter Muskelfasern beigemengt sind, gewebt. Unter dieser Fascia folgt nun die **Albuginea**, eine feste sehnige, aus kernfaserreichem Bindegewebe und wenigen glatten Muskelfasern bestehende Hülle für die cavernösen Körper, von welcher zahlreiche, mehr platte Fortsätze (Bälkchen, *septula fibrosa*) in das Parenchym des Penis eindringen und hier ein netzartiges Fasergerüste bilden, in dessen Räumen sinuöse Erweiterungen der Venen liegen, welche während der Erection strotzend mit Blut gefüllt sind. Die Structur der Bälkchen stimmt im Wesentlichen mit der der Albuginea überein, nur sind bei jenen weit mehr glatte Muskelfasern vorhanden (nach *Kölliker* bestehen sie aus gleichen Theilen Bindegewebe und Muskelfasern). Die äussere Fläche der Bälkchen ist mit einem einfachen zarten Epithelium besetzt, welches an die Wände der Venensinus stösst und aus länglichen Zellen besteht. — Die **cavernösen Körper** der Ruthe bestehen sonach hauptsächlich aus den, ein Maschenwerk bildenden Bälkchen und den Venenbuchtungen. Die Arterien verlaufen innerhalb der Bälkchen; von den in den grössern Bälkchen enthaltenen Arterien gehen strahlig nach allen Richtungen kleinere Aeste in die feinern Bälkchen ab und zeichnen sich innerhalb der Bälkchen durch einen gewundenen korkzieherähnlichen Verlauf aus. Diese arteriellen Aeste hängen mit den Venenräumen (nach *Gerlach*) auf eine doppelte Art zusammen: einmal entspringen von denselben Haargefässe, welche zur Ernährung des Balkengewebes bestimmt sind und sich in kleine Venen sammeln, die alsbald in die Maschenräume münden; sodann gehen am Ende der feinen Bälkchen die übriggebliebenen terminalen Arterienzweige (von 0,04‴ Dm.), die noch nicht zu den Capillaren gerechnet werden können, unmittelbar in die Venenräume über, nachdem sie sich vorher etwas trichterförmig erweitert haben. Die *arteriae helicinae Mülleri* (s. Bd. I. S. 392 u. 746) betrachtet *Gerlach* wie *Valentin* für künstliche, durch Zerreissung der in den Bälkchen korkzieherartig verlaufenden Arterien entstandene Gebilde. Die **Nerven**, über deren terminales Verhalten wir noch keine hinreichende Kenntniss haben, kommen theils aus den Dorsalnerven der Ruthe, theils aus dem *plexus cavernosus penis* (s. Bd. I. S. 558), und begleiten die Arterien innerhalb der Bälkchen. — Die **Eichel**, welche das Endstück des cavernösen Körpers der Harnröhre bildet und sehr reich an Nerven ist (die Geflechte und wahrscheinlich Endschlingen bilden), enthält ein viel feineres, und an der Oberfläche in zierliche Gefässbüschel auslaufendes venöses Maschennetz als dieser; auch die Arterien verlieren ihre korkzieherartigen Windungen und verlaufen entweder gerade oder nur wenig geschlängelt. Die Hülle der Eichel ist äussere Haut, welche hier zahlreiche Tastwärzchen (Hautpapillen) enthält, die sich auch als reihenweise, um Hals und Krone der Eichel geordnete, kleine weissliche Erhabenheiten präsentiren und häufig für drüsige Organe angesehen werden. Die Smegmasecretion geht in einfachen ovalen, nicht über

die Haut hervorragenden Bälgen vor sich, welche hauptsächlich hinter der Krone in der Nähe des Bändchens ihren Sitz haben.

Function der Ruthe. Sie besteht theils darin, durch Reizung eine Steigerung der Lebensthätigkeit in den weiblichen Geschlechtsorganen hervorzurufen, theils und hauptsächlich aber dem ausfliessenden Samen die gehörige Richtung zu geben, weshalb auch die Harnröhre an den Penis befestigt und ebenfalls erectil ist. Das Zeugungsglied kann aber auf diese Art nur dann die Befruchtung vermitteln, wenn es sich im Zustande der Erection befindet, wobei es grösser, dicker, wärmer, hart und steif wird, sich schräg nach vorn und oben richtet und die Vorhaut zurücktritt, so dass die Eichel entblösst wird. In diesem Zustande zeigt Alles, dass das Blut in grosser Menge zum Penis strömt und dass sein Rückfluss erschwert ist. Diese Turgescenz, welche durch den directen Uebergang von Arterienästchen in die Venensinus sehr begünstigt wird und mittels dieser sehr schnell eintreten und wieder verschwinden kann, steht offenbar unter dem Einflusse des Nervensystems, denn nach Durchschneidung der Ruthennerven kann das Glied nicht mehr erigirt werden. Doch haben Einige die Erection auch durch den Druck auf die Ruthenvenen, welcher von den *mm. ischio-cavernosi* bewirkt werden soll *(Krause)*, zu erklären gesucht, so dass alsdann der Rückfluss des Blutes aus dem Gliede gehemmt und die Erection venöser Natur wäre. Anderen scheint sie mehr arterieller Natur zu sein und aus vermehrtem Zuströmen von Blut (durch den Nerveneinfluss) und verstärkter Anziehung desselben durch die organische Masse des Penis zu entstehen. Mehrere nehmen an, dass der Zufluss des Blutes bei der Erection nicht das Erste, sondern die selbstständige Expansion des Gewebes das Ursprüngliche, die Anfüllung mit Blut aber die Folge der Erection sei. Wahrscheinlich kann sowohl eine arterielle (active, zur Begattung erforderliche und mit Wollustgefühl verbundene) als eine venöse Erection vorkommen; auch mag wohl die Ursache derselben mit im Gewebe selbst liegen.

Valentin zog aus den über den Bau des Hodens von ihm gemachten Untersuchungen die folgenden Resultate. Er beobachtete zuvörderst, dass in das Gewebe der cavernösen Körper Blutgefässe, Nerven, sehnige Theile, Muskelfasern und Zellgewebe nebst elastischen Fasern eingehen. *a)* Blutgefässe. Die Arterien (im hintern Theile die *artt. profundae*, vorn die *artt. dorsales penis*) sind hier ganz wie in andern Theilen verbreitet und gehen in ein Capillargefässnetz über, aus dem die Venen entspringen; nur dehnen sich diese letztern bald zu den ihrem Wesen nach ein venöses Wundernetz darstellenden Maschenräumen aus, welche sich zuletzt wieder zu den Hauptvenenstämmen der cavernösen Körper verbinden. Die Arterien verlaufen immer in ihren grössern, kleinern und kleinsten Stämmchen im Centrum der Wandungen oder der grössern und kleinern Bälkchen der venösen Maschenräume, und verbinden sich, so wie diese selbst, netzförmig mit einander. Die feinsten, meist gewunden verlaufenden oder selbst korkzieherartig gedrehten Zweigelchen erweitern sich dann trichterförmig und werden so zu Venen, die sogleich in die venösen Maschenräume übergehen. Blind endigende Arterien *(artt. helicinae)* gibt es aber nirgends. *b)* Die Sehnenfasern, welche von der alle *corpora cavernosa* umschliessenden Albuginea ausgehen, liegen nie frei in Maschenräumen, sie mögen nun in grossen Bündeln oder in den feinsten Fädchen erscheinen, sondern werden stets an ihrer Oberfläche entweder nur von der venösen Haut der Maschenräume, oder von dieser und den einerseits an diese letzteren, andererseits an jene ersteren sich ansetzenden Muskelfasern nebst Zellgewebe und elastischem Gewebe bedeckt. Sie liegen also immer (ebenso wie die Muskelfasern, das Zellgewebe, nebst den Arterien und Nerven) in den Wandungen der Maschenräume, d. h. zwischen den Häuten zweier benachbarten Venen. Die Ausstrahlung geschieht immer radiös und in den breitern Wändchen entstehen Plexus von Sehnenfasern, wie selbst bisweilen kleine, einfache arterielle Netzchen. *c)* Die Muskelfasern, welche überall vorhanden sind, gleichen denen des Darmes und setzen sich an die Sehnenbündel schief und seitlich an. Sie verhalten sich durchaus wie andere (organische) Muskelfasern, sind aber sehr schwer zu eruiren. *d)* Das Zellgewebe, in Verbindung mit elastischem Gewebe, welches letztere ein höchst zierliches, flächenartig ausgebreitetes Netz bildet, vereinigt, wie in den übrigen Venen des Körpers als sogenannte *membrana externa*, die Aussenfläche der Venen mit den benachbarten Sehnenbündeln, Muskelfasern, Arterien und Nerven. — Im erschlafften wie im erigirten Zustande geht die Circulation in einem Strome von den Arterien durch die Capillargefässe in die Venen, und hier durch die Maschenräume in die Hauptvenenstämme. Es sind daher die Maschenräume nie blutleer. Der Unterschied des erschlafften und erigirten Zustandes besteht nur in einer qualitativen Differenz des einströmenden Blutes, die nur durch einige, zum Theil auch von dem lebenden Nervensysteme abhängende Nebenumstände begünstigt und erhöht wird. Die accessorischen Umstände zerfallen aber in 2 Klassen, nämlich: *a)* in solche, welche nur durch physikalische Gesetze hervorgerufen werden und die von geringerer Bedeutung sind; und *b)* in solche, wo lebende, thätige Theile physikalische Verhältnisse hervorrufen, welche die Extreme der Füllung des Gliedes ohne Zerreissung des Gewebes zulassen. — Zu den erstern rein physikalischen Momenten gehört nun: 1) Das Blut muss in den Maschenräumen, sowohl im schlaffen wie erigirten Zustande langsamer fliessen, weil es aus dem sehr engen Raume der Capillargefässe in einen weiten Raum gelangt. Dazu kommt noch, dass es hier wegen der Communication der letzteren unter einander freier ausweichen kann — ein Moment, das, wenn es einen hohen Grad erreichen könnte, die Schnelligkeit nur zu sehr vermindern würde, das aber dadurch verringert wird, dass die Maschenräume selbst schon von dem frühern erschlafften Zustande her Blut enthalten, und dass die grössere Zuströmung des Blutes sich bald auf die unmittelbar benachbarten Arterien und die mit diesen zusammenhängenden Maschenräume fortsetzt; und so wird gerade dieses Inhibitivmittel der Verlangsamung für die Füllung der Maschenräume ein Begünstigungsmittel, die grössere Menge von Blut rascher und gleich-

mässiger im *corpus cavernosum* zu verbreiten. — Zu den durch lebendige Thätigkeiten hervorgebrachten physikalischen Nebenumständen gehört: 2) Die Verengerung der abführenden Venen, denn gänzlicher Verschluss wäre ohne Zerreissung unmöglich. Wenn nun nach erfolgtem Samenerguss die Venen plötzlich ihr ganzes Kaliber weit öffnen und vergrössern, so stürzt natürlich das durch das Arterienblut, und vorzüglich durch die Sehnenbündel *a tergo* stark getriebene Blut äusserst rasch durch die sehr grossen Venenstämme hindurch, so dass binnen ausserordentlich kurzer Zeit die in den Maschenräumen enthaltene Blutmenge verringert wird und schnell die Erschlaffung erfolgt. — Die Sehnenbündel erzeugen jedenfalls durch ihre, während der Erection erfolgende elastische Spannung und Ausdehnung, und ihre bei der vollständigen Eröffnung der Venenstämme entstehende Zusammenziehung eine das austretende Blut drückende Kraft. — Da die Muskelfasern sich zum Theil seitlich an die Sehnenfasern appliciren (besonders beim Pferde und Esel deutlich) und von da zu den Venenhäuten hinübergehen, und da, wenn die obere Fläche eines Sehnenbündels glatt und von Aestchen frei ist, von den Seiten und der untern Fläche, und umgekehrt, Bälkchen strahlig ausgehen, so muss, wenn nun nach erfolgtem Reize der Nerven jene Muskelfasern sich zusammenziehen, die Venenhaut dem Sehnenbündel näher gebracht und der Venenraum an der Stelle erweitert werden, wo die Muskelfasern sich befinden, nicht aber da, wo nur die Venenhaut über die Fläche des stärkern Sehnenbündels hinweggeht. Der Venenraum nimmt also nun mehr Blut auf und dehnt hierdurch jenen nur von der Venenhaut bedeckten Sehnenbündeltheil elastisch und zwar sehr stark aus, besonders da die Hauptrichtung des Druckes gegen jene Gegend hin geht. Wenn nun nach dem Aufhören des Nervenreizes der Penis erschlafft, so dehnen sich jene Muskelfasern wieder aus, und der Venenraum wird hierdurch zwar verengt, zugleich aber an jenen Stellen abweichender, gleichsam schlotteriger, weniger Widerstand leistend. Dadurch wird es möglich, dass der nun elastisch zurückspringende Sehnenbündeltheil mit aller Kraft seines freieren Stosses die übermässige Blutquantität hinausschleudert. So stehen Sehnenbündel und Muskelfasern in der deutlichsten Wechselwirkung, und die rein physikalische Erweiterung und Verengerung ist Folge der aus lebendiger Thätigkeit der Nerven und Muskeln hervorgehenden Verkürzung; auch hängt hiervon mittelbar die schnelle Herstellung des schlaffen Zustandes ab.

Entwickelung der männlichen Geschlechtstheile. — *a)* Entwickelung der äussern Geschlechtstheile. Anfangs ist beim Menschen- und Säugethier-Embryo, sowie bei den Vögeln, ein einfacher Enddarm vorhanden, welcher als das Analogon einer Kloake angesehen werden kann und anfangs die 2 Ausführungsgänge der beiden Wolff'schen Körper aufnimmt. Diese Kloake trennt sich allmälig durch eine Leiste, das künftige Perinäum, in 2 Räume, und wir haben dann nach unten den Mastdarm, nach oben einen länglichen Schlauch (Harnröhre nach *Rathke*, *sinus uro-genitalis* nach *Müller*, *canalis uro-genitalis* nach *Valentin*), aus welchem sich die Harn- und Geschlechtstheile entwickeln. Es bildet sich nämlich zunächst in ihm, nachdem sein hinterer Theil zur Harnblase angeschwollen ist, ein einfacher mittlerer Gang, welcher die Samengänge an seinen beiden Seiten aufnimmt; dann erhält er 2 seitliche Ausstülpungen, die künftigen Samenbläschen. Nach und nach schwindet der *canalis uro-genitalis*, die Harnröhre, eine anfangs nach unten offene Röhre, schliesst sich hierdurch und die *vasa deferentia* sowohl als die Samenbläschen rücken in ihr Bereich hinein. Die Vorsteherdrüse entsteht wahrscheinlich als eine Anschwellung der hintern Wand des *canalis*, die nach dem Verschwinden desselben an die untere Wand der Harnröhre rückt. — Schon frühzeitig wächst an dem obern Rande des *canalis uro-genitalis* ein länglicher warzenartiger, nach unten zu concav gekrümmter Körper hervor, welcher eine kleine rundliche Anschwellung an seinem äussersten Ende und an seiner untern Fläche eine ziemlich breite Rinne hat. Dieser Körper, welcher bei beiden Geschlechtern gleich vorkommt, verlängert sich beim männlichen Embryo und wird zum Penis. *Meckel* fand um die Mitte des 3. Monats die Eichel noch nicht von der Vorhaut bedeckt und noch gänzlich verschlossen; die Oeffnung der Urethra war nur durch einen weisslichen Fleck angedeutet. An der untern Fläche des Penis befand sich eine longitudinale Spalte; am hintersten Ende der Ruthe war die Harnröhre schon gänzlich geschlossen. Im 4. Monate wird der hintere Theil der Eichel von der Vorhaut bedeckt und die Mündung der Harnröhre ist am untern Theile ihrer vordern Fläche als eine kleine Spalte sichtbar. Nach und nach vergrössert sich die Vorhaut so, dass sie später die ganze Eichel umschliesst und nicht über dieselbe zurückgebracht werden kann. Der Hodensack entsteht dadurch, dass die seitlichen Ränder nach aussen von der Ruthenrinne sich verdicken und indem sie an einander stossen, zu einem einzigen Gebilde sich vereinigen. Die Stelle ihres Zusammenstossens bildet die Raphe.

b) Entwickelung des Hodens. Sie ist die einer röhrigen Drüse (s. bei Drüsen S. 207). Bei Embryonen im 4. Monate ist keine Spur von Geschlechtstheilen vorhanden, während schon Gehirn, Rückenmark, Herz, Darmkanal, Lunge, Leber u. s. w. beträchtlich entwickelt sind. Ein Paar blos dem Embryo in seiner frühesten Entwickelung eigene Organe, die Wolff'schen Körper, falschen Nieren, Primordialnieren, nehmen um diese Zeit in der Bauchhöhle den Raum neben und vor der Wirbelsäule ein. In der 7. Woche, wo die Primordialnieren schon abnehmen, zeigen sich an deren oberem und innerem Rande zuerst ein Paar kleine Körperchen, die erste Spur des Hodens oder Eierstocks. Nach aussen von ihnen, an oder im Ausführungsgange der Wolff'schen Körper erscheinen später ein Paar Fäden, welche dicker, endlich hohl werden und sich zu den Samenleitern oder Muttertrompeten umbilden. Sie münden nach unten, zugleich mit den Harnleitern in die Kloake. Ausserdem bemerkt man nur selten, oder kurze Zeit später, ein Faserbündel, welches, vom Leistenringe ausgehend, sich an das untere Ende des zukünftigen Samenleiters heftet und das *gubernaculum Hunteri* (oder runde Mutterband) ist. In der 10. Woche zeigt sich nun der Hode als ein länglichrundes Körperchen, welches seine Lage dicht unter den Nieren hat und leicht mit dem Eierstocke verwechselt werden könnte, wenn es nicht grösser, etwas schmäler und länglicher wäre, und

eine mehr senkrechte Lage als dieser einnähme. Anfangs besteht er noch aus einem granulirten Wesen und man kann keine Samenkanälchen in seinem Innern wahrnehmen. Bald aber erscheinen diese, wie es scheint, gleichzeitig mit der Albuginea, doch ist es noch nicht ausgemacht, ob sie sich von der Oberfläche gegen die Mitte oder umgekehrt bilden. Das fernere Wachsthum des Hodens besteht in Ablagerung neuen Bildungsstoffes, der aber rasch zur Formation neuer Samenkanälchen angewandt wird.

5) Der **Eierstock, *ovarium*** (s. Bd. I. S. 747), hat als äussere Hülle eine seröse, dem Bauchfelle angehörige Membran, die mit der unterliegenden, sehr festen, fibrösen Albuginea (von 0,3‴ Dicke) innig verwachsen ist, aber den untern Rand des Ovariums (Hilus), da, wo die Blutgefässe in denselben eintreten und die Albuginea durchbohren, frei lässt. — Das Parenchym des Eierstocks besteht aus dem Keimlager *(stroma)* und den Graaf'schen Säckchen. Ersteres ist aus zarten, vielfach unter einander verschlungenen Bindegewebsbündeln zusammengesetzt, welche nicht mit Kernfasern, wohl aber reichlich mit Kernen besetzt sind, und zwischen denen sich zahlreiche, ungewöhnlich weite Capillaren verbreiten. Die in das Stroma eingebetteten *folliculi Graafiani* (12—20) sind kugelrund und von verschiedener Grösse; die grössten (von 3—3,5‴ Dm.) liegen immer an der Oberfläche des Ovariums und schimmern durch die hier dünnere Albuginea hindurch; die kleinsten (0,5—1‴ im Dm.) befinden sich in der Tiefe des Eierstocks. An jedem Bläschen lassen sich folgende Theile unterscheiden: *a)* die äussere Hülle *(theca folliculi, tunica propria ovisacci)*, aus verdichtetem Bindegewebe, welches continuirlich mit dem Bindegewebe des Sroma zusammenhängt; *b)* die mittlere Schicht *(stroma internum thecae, tunica propria folliculi)* ist aus 2 Lamellen zusammengesetzt, von denen die äussere aus straffem, sehr verdichtetem Bindegewebe besteht und mit der Theca durch laxes Bindegewebe verbunden ist, während sich die innere Lamelle structurlos und durchsichtig zeigt; *c)* die innere Schicht stellt eine Lage pflasterförmiger Epithelialzellen dar. Der Inhalt der Höhle des Bläschens ist eine trübe, klebrige, eiweissreiche und fetthaltige, gelbliche Flüssigkeit *(liquor folliculi Graafiani)*, in welcher sich sehr zahlreiche Elementarkörner, Oeltröpfchen, Zellenkerne und Zellen finden. Diese Formelemente sammeln sich vorzüglich an der innern Wand des Bläschens und bilden hier eine eigene Schicht *(membrana granulosa)*, die besonders an der Seite des Folliculus stark ist und eine scheibenförmige Stelle *(discus proligerus, zonula granulosa)* bildet, welche der Oberfläche des Eierstocks zunächst liegt und das Eichen in ihre Mitte aufnimmt. Das *ovulum humanum* stellt ein kugelrundes weissliches Bläschen dar, welches gerade noch mit blossen Augen sichtbar ist und aus einer durchsichtigen, ziemlich festen und dicken (0,1‴), structurlosen Hülle *(Chorion)* und einem hellen, dick-flüssigen Inhalte (Dotter) besteht. Der letztere besteht aus zahllosen Elementarkörnern und Fettkügelchen von der verschiedensten Grösse, welche durch ein hyalines Bindemittel (Dotterflüssigkeit) zusammengehalten werden. Diese Formelemente des Eichens häufen sich vorzugsweise an der Peripherie desselben an, das Centrum enthält weit weniger Körner und wird bei Reifung des Eies ganz frei davon. Im Innern des reifen Eies befindet sich ein rundliches, vollkommen wasserhelles Bläschen (das Keimbläschen, *Purkinje*'sche Bläschen), welches (von 0,016‴ Dm.) aus einer äusserst feinen, structurlosen Hülle, einem klaren, eiweissartigen Inhalte und dem Keimflecke besteht. Letzterer (von 0,004—0,005‴ Dm.) liegt excentrisch in der Nähe der Wand des Keimbläschens, ist bald nur fein granulirt, bald aus Elementarkörnchen zusammengesetzt, oder hat die Beschaffenheit eines bläschenförmigen Kerns, selbst die eines Fettbläschens. Ueber die Entstehung der Eier im Eierstocke herrschen noch verschiedene Ansichten; nach *Wagner* entsteht zuerst der Keimfleck, hierauf das Keimbläschen und zuletzt der Dotter mit der Dotterhaut; nach *Barry* wird das Keimbläschen zuerst gebildet; nach *Reichert* entwickelt sich der Dotter mit der Keimschicht innerhalb der schon längst vorhandenen Dotterhaut um das Keimbläschen. Beim Reifen nimmt das Ei an Grösse zu, während das Keimbläschen gleich gross bleibt, die Dotterkörner mehren

sich (vorzüglich die kleineren), die Dotterflüssigkeit wird consistenter und zäher. Beim vollkommen reifen Eie ordnen sich die Körnchen des Discus in Längsreihen und kurz vor Eröffnung des Graaf'schen Follikels entstehen granulationsähnliche Wucherungen auf der Innenfläche desselben, welche aus kernhaltigen, sich zu Bindegewebsfasern ausziehenden Zellen bestehen. Nachdem sodann zur Zeit der Menstruation oder in Folge der Befruchtung das reife Eichen den Eierstock verlassen hat und in die Tuba getreten ist, erfolgt ein Bluterguss in die Höhle des noch offenen Follikels. Das Blut gerinnt, entfärbt sich zum gelben Körper *(corpus luteum)* und organisirt sich endlich zu Zellen und Fasern, welche sich zu Bindegewebe fortentwickeln und zuletzt einziehen, so dass nun eine kleine Narbe anstatt des Follikels vorhanden ist. Ihre Farbe verdanken die gelben Körper dem erbleichten Blutfarbstoff, einem gelben Fette und kleinen prismatischen Krystallen (Hämatoidin-Krystalle, Xanthose).

6) **Eileiter, Muttertrompete,** ***tuba Fallopii*** (s. Bd. I. S. 750). Die Fallopi'schen Röhren besitzen eine aus 3 Hautlagen gebildete Wandung; die äussere Membran ist eine seröse, dem Bauchfelle angehörige; die mittlere ist eine Muskelhaut mit einer äussern Längsfaserschicht und einer innern Lage von Querfasern, welche durch viel Bindegewebe mit einander vereinigt sind und aus langgezogenen Faserzellen mit stäbchenförmigen Kernen bestehen; die innere Membran ist Schleimhaut. Letztere ist drüsenlos, in Längsfalten gelegt und wird von einem Flimmerepithelium bekleidet, dessen Wimpern vom *ostium abdominale tubae* zum *uterinum* hin sich bewegen. Die Flimmercylinder finden sich auch noch auf der äussern Seite der Fimbrien, werden daselbst aber kleiner und gehen durch das Uebergangsepithelium in die pflasterförmigen Zellen des Bauchfells über.

7) **Gebärmutter,** ***uterus*** (s. Bd. I. S. 751). Die Wand des Uterus wird aus 3 wesentlich von einander verschiedenen Gewebslagen gebildet, nämlich: aus einer äussern serösen, vom Bauchfelle gebildeten, die Gebärmutter nicht total überziehenden Hülle; aus einer innern, das *cavum uteri* auskleidenden Schleimhaut, und aus einer dicken, gefässreichen, zwischen seröser und Schleimhaut liegender Muskelschicht. Die letztere besteht hauptsächlich aus glatten Muskelfasern, welche sich in einzelne Faserzellen zerlegen lassen und, je nachdem der Uterus schwanger oder nicht schwanger ist, in ihrer Anordnung und in ihrem Baue grosse Verschiedenheiten zeigen. Im nichtschwangern, besondern im jungfräulichen Uterus, sind die musculösen Faserzellen kurz, schwer zu isoliren und mit Bindegewebe reichlich durchsetzt, welches zahlreiche längliche und runde Kerne, aber nur wenig eigentliche Kernfasern enthält. *Gerlach* unterscheidet hier eine äussere, mittlere und innere Muskellage. Die äussere Lage wird im Grunde des Uterus aus longitudinalen, dicht unter dem Bauchfellüberzuge bis zum Halse herablaufenden, und aus tieferliegenden transversalen Fasern gebildet, von denen letztere weniger als die ersteren mit Bindegewebe vermischt sind, entweder auf den Gebärmuttergrund beschränkt bleiben oder am Körper eine schräge Richtung annehmen und dann am Halse ziemlich verwickelt erscheinen. Seitlich vom Grunde gehen die Fasern der äussern Lage in die runden Mutterbänder über. Die mittlere, sehr gefäss-, besonders venenreiche Lage ist die breiteste, enthält sowohl quere, schiefe, wie Längsfasern, welche auf die verschiedenste Art und Weise unter einander verflochten und nur am Halse zu einer deutlichern Querschicht vereinigt sind. Die innere Lage ist die dünnste, verhält sich im Mutterhalse mehr netzförmig, am äussern Muttermunde circulär und am Körper mehr quer; es hängt diese Lage nach unten mit der Muskelsubstanz der Scheide zusammen; um die Eintrittsstelle der Tuben bildet sie nach innen Längsfasern und nach aussen Ringfasern. Im schwangern Uterus sind schon vom 5. Monate der Schwangerschaft an die musculösen Faserzellen ausgezeichnet deutlich, leicht zu isoliren und ihre Menge ist bedeutend vermehrt. Die Entwickelung der neuen Faserzellen geschicht (nach *Kilian*) so, dass zuerst die Kerne ent-

stehen, um welche sich Blastem anlegt, und dass sich dann diese kernhaltigen, unregelmässig eckigen Blastemklümpchen (von 0,01 — 0,015‴ Dm.) der Länge nach wachsen, wobei sich auch ihre anfangs rundlichen Kerne in längliche, später stäbchenförmige umwandeln. Haben diese Klümpchen eine gewisse Grösse erreicht, so verdichtet sich der am meisten nach aussen gelegene Theil des Blastems (bildet eine Art Zellenmembran), während der centrale, um den Kern herumliegende, noch einige Zeit flüssig bleibt. Die musculösen Faserzellen erreichen im schwangern Uterus eine ungewöhnliche Länge (0,07 — 0,12‴ Länge und 0,0025 — 0,006‴ Breite); dabei sind sie gewöhnlich etwas wellenförmig gebogen, stellenweise längsgestreift, in Spitzen auslaufend, zu Bündeln von grau-röthlicher Farbe vereinigt, welche durch ebenfalls neugebildetes, kernfaserloses Bindegewebe zusammengehalten werden. Nach *Kölliker* findet in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft keine Neubildung musculöser Faserzellen mehr statt und die Massenzunahme des Uterus kommt nur durch Verlängerung der schon gebildeten Faserzellen zu Stande. Dagegen dauert nach *Kilian* diese Neubildung während der ganzen Schwangerschaft fort und ist in der zweiten Hälfte derselben nur weniger energisch, als in der ersten. Nach dem Gebären nimmt die Länge der Faserzellen alsbald bedeutend ab, sie werden brüchig, sehen wie macerirt aus, und in denselben entwickeln sich sehr rasch grössere und kleinere, bisweilen reihenweise gelagerte Elementarkörner. Aehnliche Veränderungen gehen auch mit den neugebildeten Bindegewebsfasern vor sich. Zuletzt lösen sich beide Arten von Fasern vollständig auf und die mit ihrer frühern Substanz gelöste Flüssigkeit geht mit dem Lochienflusse ab. Die Anordnung der Muskelfasern des schwangern Uterus ist (nach *Gerlach*) folgende. Eine äussere, sehr starke Lage, durch deren Contraction hauptsächlich der Geburtsact vermittelt wird, bestehend aus sehr langen Faserzellen und wenigen Bindegewebsfasern, enthält zunächst unter dem Bauchfellüberzuge eine dicke breite Schicht von (geraden) Längsfasern, welche vom Grunde des Uterus aus, an der vordern und hintern Fläche des Körpers nach dem Halse herablaufen. Unter diesen geraden Fasern liegen Querfasern, welche am Grunde des Uterus von der einen Tubaeinmündung zur andern herüber laufen und sich in die runden Mutterbänder fortsetzen, am Uteruskörper aber eine mehr schiefe Richtung annehmen. Am Mutterhalse kommen in der äussern Lage sowohl kreisförmige (mehr nach innen liegend und stärker vortretend), wie Längsfasern vor. Die innere Muskellage am schwangern Uterus besteht aus kürzeren, durch reichlicheres Bindegewebe mit einander vereinigten Faserzellen. In der Nähe der Schleimhaut verlieren sie sich ganz und es findet sich hier nur eine Schicht von Zellen und in der Bildung begriffenen Bindegewebsfasern, welche mit der in die wahre Decidua übergegangenen Uterinalschleimhaut in einem lockern Zusammenhange steht. Die Faserung der innern Lage beginnt am Grunde des Uterus unter der Form concentrischer, circulärer Fasern, welche die Einmündungsstellen der Tuben umgeben. Die Peripherien der beiden hierdurch gebildeten Faserkreise treffen in der Mittellinie an der vordern und hintern Fläche des Uterus zusammen. Am Gebärmutterhalse verlaufen die Fasern der innern Lage mehr schief und hängen mit der circulären Schicht der äussern Lage zusammen. *Kölliker* fand übrigens glatte Muskelfasern nicht nur in den runden Mutterbändern, sondern auch im *lig. uteri anterius* und *posterius* in beträchtlicher Menge, dagegen im *lig. latum* und *ovarii* nur sparsam eingestreut.

Verlauf der Muskelfasern in der schwangern Gebärmutter nach *Pappenheim*. An dem 8 Monate schwangern Uterus finden sich 3 Hauptlagen von Muskelfasern, eine äussere, mittlere und innere. Jede Lage ist aus mehrern Schichten zusammengesetzt, die das Eigenthümliche zeigen, dass sie entweder von aussen nach innen (äussere Schicht) oder von innen nach aussen (innere Schicht) in der Stärke der Faserbündel und Maschenräume zunehmen. Die Fasern dieser Lagen verbinden entweder den Uterus mit andern Organen oder gehören ihm nur allein an; zu ersteren gehören die eintretenden Fasern der *ligg. rotunda* und *lata*, *tuba*, *ligg. ovar.*, sowie die austretenden zur Harnblase, zur Scheide und zum Mastdarm. — 1) Aeussere Lage ($\frac{1}{3}$—$\frac{1}{6}$‴ dick), besteht aus Fasern, welche von der vordern, hintern und Seiten-Fläche des Uterus in der longitudinalen, am Grunde, wo sie von den *ligg. rotunda*, *tubae* und *ligg. ovario-*

rum abgehen, in der transversalen Achse des Uterus verlaufen, und überhaupt so angeordnet und befestigt sind, dass sie das Gleichgewicht zwischen vorn und hinten, rechts und links, oben und unten erhalten. Die Längenfasern an der Vorder- und Hinterfläche treten theilweise auf die Scheide, die Blase und den Mastdarm über, zerfallen in mittlere und seitliche, und werden durch Fasern des runden Mutterbandes verstärkt, welche von diesem theils zum Grunde, theils zum Halse hin ausstrahlen. Die mittlern und der innere Theil der seitlichen Längenfasern scheinen zum Herabziehen des Grundes, die äussere Partie der seitlichen als Antagonisten, vorn der runden, hinten der Eierstocks-Bänder zn wirken. — 2) Mittlere Lage, besteht aus einer äussern und einer innern Schicht, die beide von demselben Baue, aus quer und senkrecht verlaufenden Fasern zusammengesetzt sind und fingerförmig in einander greifen. Die Fasern der mittlern Lage bilden mehrere Schichten senkrecht über den Grund, auf die Mitte beider Flächen des Körpers herabgehende Faserstreifen, welche am Grunde durch quere, den *ligg. rotund.*, *tubae* und *ligg. ovar.* angehörige Fasern, theils von einander, theils von den übrigen Lagen getrennt sind. Diese, den Grund des Uterus offenbar herabdrückenden Streifen *(m. depressor)*, biegen auf Vorder- und Hinterfläche jederseits nach aussen um (die Insertionsstelle der Tuba kreisförmig umziehend), nehmen am untern Ende des Körpers und an der ganzen Enge eine schräge Richtung an und durchkreuzen sich dabei, worauf sie den Hals kreisförmig umziehen. Ausser ihnen kommen quere Fasern an beiden Flächen des Körpers vor, welche, wie es scheint, von longitudinalen Faserbündeln der Seitenflächen entspringen. An der Enge und dem Körper sieht man kleinere, accessorische, in die Tiefe dringende Bündel. Die Seitenflächen bestehen aus breiten, festen Maschennetzen, welche durch plexusartige Verbindung und wahrscheinlich Durchkreuzung der schrägen Fasern der Enge hervorgebracht werden. An den Seitenflächen ziehen sich die Stämme der Gefässe und Nerven in die Höhe, bedeckt von longitudinalen Muskelfasern und von den kleinern Zweigen derselben kreisförmig eingehüllt; Zweige der Gefässe, ebenfalls von longitudinalen und kreisförmigen Muskelfasern umzogen, begeben sich von den Seiten schräg auf die Vorder- und Hinterfläche. — 3) Die innnerste Lage hat eine äussere und eine innere Schicht; die Fasern der äussern mehrschichtigen Schicht umkreisen jede Tuba und biegen dann am Isthmus in schräge, am Halse in kreisförmige Fasern um. Die innere Schicht stellt einen 3eckigen Muskel (von *Purkinje* entdeckt) vor, dessen Basis sich von der Tubenmündung einer Seite zu der andern erstreckt, und dessen Spitze, am untern Ende des Körpers, in einen breiten Streifen ausgezogen ist, der zum Halse tritt und seitlich auf seinem Wege dünne Faserzweige absendet. Diesen Muskel fand Verf. immer an der Fläche am deutlichsten ausgeprägt, welcher die Placenta aufsass. Er stösst sich nach der Geburt leicht ab.

Die Schleimhaut des Uterus, welche im *cavum uteri* vollkommen glatt, im Halse dagegen faltig (die *plicae palmatae* bildend) erscheint, ist, wie die Schleimhaut an andern Stellen, aus 3 Schichten zusammengesetzt, nämlich: aus Epithelium (pflasterförmiges am Muttermunde, im Halse und Körper, Uebergangsepithelium und cylindrisches-flimmerndes an den Einmündungsstellen der Tuben), welches die innere freie Oberfläche überkleidet; aus einer mittlern, structurlosen Haut und aus einer innern, von verdichtetem Bindegewebe gebildeten Schicht, die durch formlose, laxe Bindesubstanz an die innere Muskellage geheftet ist. In der Uterusschleimhaut finden sich 2 Drüsenformen: einfache Schleimdrüsen und die röhrenförmigen Utriculardrüsen; sodann Schleimhautpapillen. Die Schleimdrüsen trifft man nur im Mutterhalse, und gar nicht selten in Folge der Verstopfung ihrer Mündung zu den bläschenartigen, sogenannten *ovula Nabothi* angeschwollen. Die Utriculardrüsen kommen nur in der Schleimhaut der Gebärmutterhöhle, hier aber dicht gedrängt an einander liegend vor. Sie stellen blind endigende Kanälchen dar, welche von einer structurlosen Membran (Fortsetzung der structurlosen Schicht der Schleimhaut) und pflasterförmigem Epithelium gebildet werden. Bisweilen ist ihr Ende etwas angeschwollen oder die Hauptröhre theilt sich in 2 blindendigende Drüsenschläuche; nicht selten ist auch das Röhrchen spiralförmig gewunden. In der nicht schwangern Gebärmutter sind die Utriculardrüsen selten länger als 0,05‴; bald nach der Conception nehmen sie aber an Länge zu (1½—2‴ lang schon nach 3 Wochen) und ihre Mündungen werden so weit, dass die Zotten des Chorions hineinwachsen können und dadurch die Uterusschleimhaut auf das Innigste mit den Eihüllen verbunden und selbst zur wahren Decidua wird. In Folge des Gebärens stösst sich diese Schleimhaut mit ab und es zeigt sich dann eine neue, mit kleinen Utriculardrüsen versehene Schleimhaut, deren Bildung schon während der Schwangerschaft vor sich ging. — Die Schleimhautpapillen, d. s. zottenartige, mit pflasterförmigen Epithelialzellen überkleidete, bald pyramidale, bald kolbenartig angeschwollene Verlängerungen (von 0,25‴ Länge und 0,08‴ Breite) der structurlosen Membran der Schleimhaut, haben ihren Sitz am Gebärmuttermunde und im Halse, und enthalten schlingenförmige

Capillaren. — Zur Zeit der Menstruation ist die Schleimhaut, als Vermittler dieser blutigen Secretion, sammtartig aufgewulstet und mit zottenartigen Gefässentwickelungen besetzt. — An Gefässen ist der Uterus ungemein reich; sie verlaufen hauptsächlich zwischen der äussern und innern Muskellage; die Arterien und selbst noch die feinsten Capillaren haben einen sehr gewundenen Verlauf; erstere sind ziemlich weit und bilden vielfache Anastomosen, letztere bilden ein etwas unregelmässiges Netz und umspinnen vorzüglich die Mündungen der Utriculardrüsen. Die Venen, welche grosse Geflechte bilden, sind sehr weit, besitzen keine Klappen und keine Scheiden, sondern sind direct an die Muskelsubstanz angeheftet. Im schwangern Uterus findet eine lebhafte Neubildung von Gefässen statt; wie sich aber die neugebildeten Gefässe nach der Entfernung des Embryo verhalten, ist noch ganz unbekannt. Ebenso herrscht über die Endigung und über das Verhalten der Nerven in der Schwangerschaft noch das grösste Dunkel; sie sind theils cerebrospinale, theils sympathische.

8) **Scheide, *vagina*** (s. Bd. I. S. 755), ist ein, dem Darmkanale ähnlicher, häutig-musculöser, sehr dehnbarer Schlauch, dessen Wand aus den folgenden 3 Hautschichten besteht. Die äussere Schicht ist eine Bindegewebslage, die sehr reich an Kern- und elastichen Fasern ist; aussen aus mehr lockerm, formlosem Bindegewebe besteht und dadurch die Scheide an die benachbarten Organe anheftet, innen ein verdichtetes Bindegewebe enthält. Die mittlere oder Muskelschicht ist ziemlich entwickelt und wird von glatten, mit wenig Bindegewebe durchsetzten Muskelfasern gebildet; sie beginnt am Scheidengrunde und erstreckt sich nach vorn bis zu den Vorhofszwiebeln, und enthält namentlich in ihrem vordern Theile ein dichtes Netz von Venen (Schwellgewebe der Scheide nach *Kobelt*). Ihre Elemente sind nach *Kölliker* zum Theil der Länge, vorzüglich aber der Quere nach gerichtet und bestehen aus äusserst zierlichen, sehr langen, fein auslaufenden, wellenförmigen Faserzellen. Während der Schwangerschaft entwickelt sich (nach *Gerlach*) diese Muskelschicht auf ähnliche Weise durch Vermehrung der Faserzellen, wie die Uterusmusculatur. — Die innere Schicht oder Schleimhaut, welche in zahlreiche Querfalten gelegt ist, enthält sehr zahlreiche, aber zarte (mikroskopische) Papillen, die vorzugsweise im Scheidengewölbe angehäuft und hier mehr dünn, fadenförmig sind. Ausserdem ist die Schleimhaut noch mit einfachen Schleimdrüsen besetzt, deren Menge aber nur gering ist und deren Existenz von *Mandt* sogar ganz bestritten wird. Das Oberhäutchen der Scheidenschleimhaut ist ein dickes Pflasterepithelium. — Die *Cowper*'schen (*Duverney*'schen oder *Bartholin*'schen) Drüsen (s. Bd. I. S. 756), welche neben zahlreichen zusammengesetzten Schleimdrüsen am Vorhofe ihre Lage haben, bilden einen länglichrunden, mit einem ziemlich (4—5‴) langen Ausführungsgange (mit glatten Muskelfasern) versehenen Drüsenkörper, welcher aus birnförmigen Drüsenbläschen zusammengesetzt ist, die sich zu 12—15 länglichen abgerundeten Läppchen vereinigen. Diese Drüsen stimmen insofern nicht ganz mit den *Cowper*'schen Drüsen des Mannes überein, als sie nur von gewöhnlichem Bindegewebe umgeben und nicht in glatte Muskelfasern wie diese eingebettet sind. — In der Schleimhaut der kleinen Schamlippen lagern zahlreiche Drüsen, welche in ihrer Structur nicht den Talgdrüsen, sondern grössern, mit langen Ausführungsgängen versehenen, zusammengesetzten Schleimdrüsen gleichen und nur ein fetthaltigeres Secret als diese liefern. Im Innern der Nymphen befindet sich ein reichliches, hauptsächlich von Venen gebildetes Gefässnetz, welches einen gewissen Grad von Erection der Nymphen möglich macht. Die Clitoris ist, wie der Penis, aus cavernösen Körpern gebildet.

9) Die **Brüste, Milchdrüsen** (s. Bd. I. S. 759) gehören ihrer Structur nach zu den traubenförmigen Drüsen; ihre ovalen, birnförmigen Endbläschen (von 0,08‴ Länge und 0,05‴ Breite), aus einer structurlosen Haut gebildet, stehen nur durch ihr zugespitztes Ende mit den Terminalästen der Ausführungsgänge in Verbindung und sind aussen von einem engmaschigen Ca-

pillarnetze umsponnen, innen von rundlichen, etwas abgeplatteten, kernhaltigen Zellen bedeckt. Zur Zeit der Lactation und auch schon am Ende der Schwangerschaft finden sich in diesen Drüsenbläschen zahlreiche Colostrumkörperchen und Milchkügelchen. Solcher Bläschen hängen nun 8—10 an dem Endzweige eines Ausführungsganges an und stellen ein Drüsenkörnchen dar; eine gewisse Anzahl der letzteren vereinigen sich zu einem Läppchen und diese zu 18—20 Lappen, von denen ein jeder einen Ausführungsgang zur Brustwarze schickt. Die Läppchen und Lappen der Brust werden durch eine beträchtliche Menge formlosen Bindegewebes zu einem Drüsenkörper vereinigt, der von einem dicken Fettpolster umhüllt wird. Die Milchgänge, aus structurloser Haut, längsfaserigem verdichteten, mit zahlreichen Kernfasern versehenen Bindegewebe und aus Cylinderepithelium zusammengesetzt, bilden zwischen den Runzeln der Brustwarze feine, 0,3‴ breite Röhrchen und erweitern sich unter dem Warzenhofe zu länglichen Säckchen (Milchbehältern), von welchen aus sich dieselben dann baumförmig in der Drüsenmasse verbreiten. Die **Brustwarze**, welche hauptsächlich von der äussern Haut gebildet wird, und viele kleine Hautpapillen, sowie traubenförmige, in Haarbälge einmündende Talgdrüsen besitzt, enthält in ihrem Innern zahlreiche Bündel von glatten Muskelfasern, welche theils circulär, theils in horizontaler Richtung verlaufend, die Ausführungsgänge der Milchdrüse umgeben. Im Warzenhofe bilden die Muskelfasern eine kreisförmige, gelbröthlich gefärbte Schicht; die braune Färbung rührt von Pigmentzellen her, die in den untern Epidermisschichten lagern. Die Arterien der Brustwarze sind, wie in allen erectilen Organen, gewunden; die Venen vereinigen sich in der Peripherie des Warzenhofes zum *circulus venosus areolae (Halleri)*, der aber nur zwei Drittel des Warzenhofes umgibt.

Frauenmilch. Ungefähr mit dem 7. Monate der Schwangerschaft beginnt in den weiblichen Brüsten die Absonderung einer Flüssigkeit (**Schwangerschaftsmilch**), welche sich von der eigentlichen Milch durch ein wässeriges Ansehen, geringern Gehalt an festen Bestandtheilen und besonders an Fett und Zucker unterscheidet, und anstatt Käsestoff Eiweisstoff und verhältnissmässig viele Salze enthält. Gleich nach der Geburt wird diese Flüssigkeit **Colostrum** genannt, hat ein seifenwasserähnliches Ansehen, gelbliche Farbe, dickere Consistenz und enthält mehr feste Bestandtheile als die eigentliche Milch; der Salzreichthum übt laxirende Wirkung auf den Säugling. Der Käsestoff ist auch jetzt noch mehr durch Eiweiss vertreten; die ursprünglich alkalische Reaction geht schon nach wenig Stunden in die saure über; beim Stehen scheidet sich ein ziemlich dicker, gelber Rahm ab; die freiwillige Gerinnung geht nicht so vollständig vor sich wie bei der Milch, es scheidet sich dabei eine grössere Menge Molke (Serum) ab. Durch das Mikroskop bemerkt man im Colostrum kleine runde oder auch ovale Körnerhaufen, die sogen. **Colostrumkörperchen**, von sehr verschiedener Grösse (0,006‴—0,025‴ Dm.). Im Allgemeinen kann man (nach *Gerlach*) zwei Arten derselben aufstellen, welche sich jedoch durch zahllose Mittelformen als die beiden Endglieder einer Reihe gleicher Bildungsformen ausweisen. Die eine Art stellt maulbeerförmige Körperchen dar, die offenbar ein Aggregat kleiner (in Aether löslicher) und durch eine (in Essigsäure lösliche) Verbindungssubstanz mit einander vereinigter Milchkörperchen sind. Die andere Art sind scharf contourirte Körperchen, kleiner als die maulbeerförmigen und bestehen aus einer sehr schwach granulirten Grundsubstanz, in welcher eine grössere oder kleinere Anzahl von Elementarkörnern und kleinen Fetttröpfchen eingebettet ist. Die zahlreichen Uebergangsformen zwischen den eben beschriebenen und den maulbeerförmigen Körperchen lassen darauf schliessen, dass die letzteren nur in der Entwickelung zu Milchkörperchen weiter vorgerückte Formen der ersteren sind. Es fragt sich aber noch, ob die Colostrumkörperchen in ihren früheren Entwickelungsstadien als Zellen betrachtet werden können, in denen die Milchkörperchen als Zelleninhalt entstehen und deren Hülle zuletzt sich auflöst, wodurch alsdann Haufen von Milchkörperchen frei werden. Die Existenz eines Zellenkerns in den Colostrumkörperchen, wenigstens in der frühesten Zeit der Absonderung des Colostrums, ist allerdings von Einigen behauptet worden. Im Normalzustande verlieren sich die Colostrumkörperchen vom 3. Tage nach der Geburt an, werden am 6. schon sehr selten, und vom 10. bis 15. erscheinen sie nur ganz vereinzelt. Nach dieser Zeit findet man dafür die **Milchkügelchen**, eine Unzahl von runden unmessbar kleinen bis 0,008‴ grossen Körperchen, welche dunkle scharfe Contouren haben, das Licht stark brechen und aus Fetttröpfchen mit einer Protein- (Casein-) Hülle bestehen. Die Milch selbst nimmt nun die Eigenschaften an, welche sie während der ganzen spätern Periode der Säugung beibehält.

Die **Milch** stellt eine weisse oder bläuliche, emulsionartige (denn der Käsestoff hält das Fett suspendirt) Flüssigkeit (von etwa 1,032 spec. Gew.) dar, von süsserem Geschmack als die Kuhmilch, welche, wie diese, beim Stehenlassen auf ihrer Oberfläche **Rahm** (d. i. eine das meiste Fett der Milch und einen Theil des Käsestoffs einschliessende, festere Schicht) abscheidet, während die unter demselben befindliche Flüssigkeit den andern Theil des Käsestoffs, noch etwas Butter, die Salze und den Milchzucker enthält. Später scheidet sich beim längern Stehen die letztere Flüssigkeit in ein Gerinnsel (Coagu-

lum) und einen flüssigen Antheil (Serum, Molke). Bei der Frauenmilch geht jedoch diese Scheidung (durch Bildung von Milchsäure aus dem Milchzucker; Sättigung des Natrons, welches den Käsestoff gelöst erhielt, durch die Milchsäure; Ausscheidung des Käsestoffs) meist erst nach längerer Zeit und unvollkommener als bei der Kuhmilch vor sich. Die Frauenmilch reagirt stets alkalisch und wird nicht so leicht sauer (durch Bildung von Milchsäure aus dem Milchzucker), als die Kuhmilch; die alkalische Reaction rührt von der Verbindung des Käsestoffs mit Natron her. Auf 100 Theile enthält die Frauenmilch gewöhnlich 10—12 Antheile feste Bestandtheile und 88—90 Wasser; die festen Bestandtheile sind: Käsestoff (theils durch die Verbindung mit Natron gelöst erhalten, theils geronnen die Hülle der Milchkügelchen bildend), Butter (aus Margarin, Elain und Butyrin, und flüssiger als in der Thiermilch), Milchzucker und unorganische Stoffe (Chlorkalium Chlornatrium, phosphorsaures Natron, Eisenoxyd, phosphorsaurer, an das Casein gebundener Kalk und Talkerde). Sonach enthält die Milch alle Materien, welche der Körper zu seiner Erhaltung und seinem Wachsthume braucht, und zwar in der geeignetsten Form. Sie ist allerdings im Vergleich mit der Thiermilch arm an festen Bestandtheilen, besonders an Käsestoff, Butter und Salzen, dagegen reich an Milchzucker. Die Milch von Brünetten soll reicher an Casein, Butter und Milchzucker, als die von Blondinen sein. Hinsichtlich der festen Bestandtheile überhaupt steht die Frauenmilch zwischen der Esels- und Ziegenmilch; hinsichtlich des Käsestoffs zwischen Esels- und Schafmilch; hinsichtlich der Butter zwischen Esels- und Kuhmilch; hinsichtlich des Milchzuckers zwischen Schaf- und Ziegenmilch; hinsichtlich der Salze noch unter der Ziegenmilch. Am ähnlichsten ist die Eselsmilch der Frauenmilch, wegen der Armuth an festen Bestandtheilen bei Reichthum an Milckzucker. Natürlich übt die Art der Nahrung sowie überhaupt das Verhalten der Mutter auf die Beschaffenheit der Milch grossen Einfluss aus. — Die Milch ist, wie aus ihren Bestandtheilen hervorgeht, der beste Nahrungsstoff; sie fördert um so kräftiger die Blutbildung, je grösser ihr Reichthum an Casein und Fett ist, sie wird aber um so leichter aufgenommen und wirkt um so milder, je geringer ihr Gehalt an diesen beiden Stoffen und je grösser der an Milchzucker ist.

Pubertät; Menstruation. Mit der beginnenden Entwickelung der Zeugungskraft (Pubertät mit Geschlechtstrieb) werden die Zeugungsorgane grösser, blutreicher, behaart und fangen an zu secerniren. Bei der Jungfrau bilden sich die Brüste und die Menstruation tritt ein; beim Jüngling kommt die Samenabsonderung zu Stande. Der Geschlechtsunterschied prägt sich jetzt erst, im Jünglings- oder Jungfrauenalter (s. S. 176), im Aeussern und Innern des Körpers vollkommen aus (s. S. 200). — Die **Menstruation**, der **Monatsfluss**, die **Regeln**, die **monatliche Reinigung** *(menstruatio, menses, catamenia)*, d. i. ein etwa 4—8 Tage anhaltender Blutabgang aus der Gebärmutter, stellt sich bei uns im 13. bis 15. Lebensjahre, in heissen Klimaten weit eher (im 8. oder 9. Lebensjahre), in kalten aber später ein. Mit dem Erlöschen derselben, bei uns ungefähr im 46. bis 50. Jahre, erlischt auch die Zeugungsfähigkeit des Weibes. Die mittlere Quantität des entleerten Blutes beträgt gegen ℥jv—vj; sie ist in kälteren Gegenden geringer und nimmt in wärmeren zu. Ausser dem Klima haben aber noch individuelle Verhältnisse, Constitution, Temperament, Lebensweise, psychische Einwirkungen u. s. w. grossen Einfluss auf die Stärke dieser Blutung. Das Menstrualblut (s. S. 469) ist dunkelpurpurroth, bisweilen (besonders bei brünetten Frauen) von eigenthümlichem Geruche, es gerinnt nicht, enthält keinen oder nur sehr wenig Faserstoff, ist mit Vaginalschleim vermischt und zeigt unter dem Mikroskope farbige und farblose Blutkörperchen, Schleimkörperchen und Epithelialgebilde (Flimmer- und Pflasterepithel). Die Quelle der Blutung sind die Gefässe (Capillaren) der Uterinschleimhaut, welche nothwendiger Weise eine Ruptur erleiden müssen, da Blutkörperchen im Menstrualblute gefunden werden. Während der Schwangerschaft hört in der Regel der Monatsfluss auf. Bisweilen jedoch dauert er auch fort, doch kaum je über den 7. Monat hinaus. Auch während des Säugungsgeschäftes bleibt die Menstruation in der Mehrzahl der Fälle aus, doch finden hier noch häufigere Ausnahmen als bei der Schwangerschaft statt. Was die physiologische Bedeutung der Menstruation betrifft, so ist sie ein der Brunst der Thiere analoger Process, denn während ihres Bestehens lösen sich, unabhängig von der Einwirkung des männlichen Samens, reife Eier im Ovarium (durch Bersten eines Graaf'schen Bläschens) und treten in die Muttertrompete, wo sie aber, wenn keine Befruchtung derselben durch den männlichen Samen stattfindet, nach einiger Zeit unentwickelt zu Grunde gehen. Dass der Impuls zur Menstruation von den Ovarien ausgeht, ist eine längst bekannte Erfahrung; höchst wahrscheinlich ist sie eine Folge der Congestion, welche sich von den Ovarien aus auf die Tuben und den Uterus fortpflanzt und hier theils zu einer ver-

mehrten Schleimabsonderung, theils zu wirklichem Blutaustritte führt. Die Blutung ist übrigens bei dem monatlichen Eierlegen wohl nur ein accidentelles Phänomen, ohne wesentliche Bedeutung.

Schwangerschaft.

Sie beginnt bei der Befruchtung des reifen Eies im mütterlichen Organismus durch den männlichen Samen und endet mit der Ausstossung des Embryo durch die Geburt. Sie ist im normalen Zustande durch eine bestimmte Reihenfolge gleichzeitiger Veränderungen sowohl in dem Ei, wie im mütterlichen Körper bezeichnet; beide gehen einander parallel und greifen nach bestimmten Gesetzen harmonisch in einander, beide sind durch die Befruchtung gegeben und können sich in einer gewissen räumlichen und zeitlichen Unabhängigkeit von einander entwickeln.

I. Erscheinungen, welche durch die Befruchtung im mütterlichen Körper hervorgerufen werden. Diese Erscheinungen treten theils im ganzen Körper, theils und hauptsächlich in den Geschlechtstheilen auf.

a. Veränderungen im ganzen weiblichen Körper, welche die Befruchtung veranlasst, sind: zuvörderst eine Aenderung in der Blutvertheilung; das Blut strömt in grösserer Menge zu den Geschlechtstheilen und wird deshalb andern Theilen, besonders dem Oberkörper, entzogen. Deshalb magern gewöhnlich die Arme und das Gesicht ab, letzteres erbleicht und altert etwas, man hört das anämische Jugulargeräusch (s. S. 502 u. 506); dagegen wird die ganze Lenden-, Becken- und Schaamgegend voller; bei noch nicht ausgewachsenen Frauen steht das Wachsthum stille, bei Kranken (besonders Schwindsüchtigen) schreitet die Krankheit nicht vorwärts, ja bisweilen zurück. Das Blut zeigt eine Speckhaut und scheint etwas ärmer an festen Bestandtheilen zu sein, besonders an Eiweiss und Blutkörperchen, dagegen reicher an Faserstoff, Fett und Wasser. Der Urin (s. S. 749) macht nach 24stündigem Stehen ein weisses, lockeres, halb schwebendes Sediment und dann eine etwa liniendicke Haut auf seiner Oberfläche (Kyesteine). Er ist ärmer an Kalksalzen, enthält mehr phosphorsaure Talkerde als phosphorsauren Kalk; in der letzten Zeit der Schwangerschaft wird der Harn häufig blass und enthält weniger feste Bestandtheile. Die Respiration erleidet insofern durch die Schwangerschaft eine Veränderung, als die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure vermehrt ist. Die Hautausdüstung soll bisweilen einen eigenthümlichen Geruch annehmen, übrigens in der Regel sehr vermindert sein. Eine sehr gewöhnliche Erscheinung bei Schwangern bilden die Pigmentablagerungen unter der Oberhaut (am Warzenhofe, an der *linea alba*, im Gesichte). An der innern Fläche der Schädeldecke bildet sich eine dünne Schicht neuer Knochenmasse, das puerperale oder richtiger das Schwangerschafts-Osteophyt, welches hauptsächlich aus kohlensaurem Kalke besteht. Sehr häufig begleiten die Schwangerschaft auch abnorme, vom Nervensysteme abhängige Erscheinungen. Es sind wohl nur Reflexerscheinungen, die in der anhaltend gesteigerten Erregung der Genitalnerven ihren nächsten Grund haben, und vielleicht durch eine Steigerung der Reflexerregbarkeit überhaupt (durch Umänderung der Blutmischung und veränderte Ernährung der Nervencentra) begünstigt werden. Sie treten besonders bei Erstgebärenden und in den ersten Schwangerschafsmonaten auf, häufig periodisch, gewöhnlich des Morgens in nüchternem Zustande, bisweilen nur bei einem bestimmten Geschlechte des Kindes und in verschiedenen Schwangerschaften bei derselben Person stets in bestimmten Nervenpartieen. Die bemerkenswerthesten dieser Reflexerscheinungen sind: Ekel, Erbrechen, eigenthümliche Gelüste, Zahnschmerz, verschiedenartige

Empfindungen an verschiedenen Stellen des Digestionsapparates, krampfhafter Husten, Niesen, Verstopfung oder Durchfall, Störungen in den psychischen Thätigkeiten u. s. w. **Mechanisch** drückend wirkt der sich immer mehr vergrössernde Uterus auf die benachbarten Organe, besonders auf Blase und Mastdarm, auf Därme, Leber, Zwerchfell und Lungen ein, und erzeugt auch auf diese Art mannichfache Beschwerden.

b. **Veränderungen, welche durch die Schwangerschaft in der Geschlechtsorganen hervorgerufen werden.** In der Regel ist es die Höhle der Gebärmutter, welche dem befruchteten und sich entwickelnden Eie zur Lagerstätte dient (**Gebärmutterschwangerschaft**); doch kommt es manchmal auch vor, dass sich das Ei ausserhalb des Uterus ausbildet (**Extrauterinschwangerschaft**) und zwar: innerhalb der Bauchfellhöhle *(graviditas abdominalis)*, in der Tuba *(graviditas tubaria)*, in der Substanz des Uterus *(gr. interstitialis*, wahrscheinlich in dem Stücke der Tuba, welches durch die Uterussubstanz tritt), nach Einigen selbst im Eierstocke *(gr. ovarii)* und sogar in der Scheide *(gr. vaginalis)*. Entwickelt sich nur ein Fötus im Mutterleibe, so wird eine solche Schwangerschaft als einfache, im Gegensatze zur Zwillings- und Drillings-Schwangerschaft bezeichnet. — Die auffallendsten Veränderungen erleidet die **Gebärmutter**; doch finden auch noch in den Ovarien und Tuben einige Veränderungen statt (wie der Austritt des Eies aus dem zerplatzten Graaf'schen Follikel in die Trompete, die Bildung des *corpus luteum*, die Fortbewegung des Eies durch die Tuba bis zum Uterus), welche aber nicht eigentlich von der Befruchtung abhängig sind, sondern sich vielmehr selbstständig auch ohne dieselbe (zur Zeit der Menstruation) entwickeln können. Nur wenn die Befruchtung des reifen Eies (s. S. 761) im oder am Eierstocke vor sich geht, so folgen sie derselben nach. Während das Ei durch die Tuba zum Uterus vorrückt (in wie viel Zeit dies vollendet ist, ist noch unausgemacht; in 12—14 Tagen?) und dabei die später zu beschreibenden Veränderungen erfährt, zeigt sich in der Substanz des Uterus, vorzugsweise aber in der Schleimhaut desselben, ein bedeutender Blutreichtum. Letztere wächst (nach *Weber*), insoweit sie den Grund und Körper des Uterus überzieht, in ihrer Dicke und zu einer sehr weichen, durch ihre Röthe sich auszeichnenden, anfangs an manchen Stellen $^1/_4$ — 1‴ dicken Lage (d. i. die **hinfällige Haut**, *tunica decidua*, Hunter'sche Haut, wahre Nesthaut), die, wenn das Ei in den Uterus übergegangen ist, wohl 3‴ und darüber im Dm. hält. Dieses Wachsthum ist theils ein inneres, auf der Bildung neuer kernhaltiger Zellen, auf der weitern Ausbreitung und Vergrösserung der Blutgefässnetze, sowie auf der Vergrösserung der Uterindrüsen beruhendes, theils ein äusseres Wachsthum, in der Entstehung neuer (Epithelial-) Zellen an der Oberfläche begründetes. Demnach entsteht die Decidua nicht, wie man früher annahm, durch einen Exsudativprocess auf der Uterinalschleimhaut, sondern diese letztere selbst wird durch Neubildung von Bindegewebe und Gefässen, sowie durch Vergrösserung der Uterindrüsen (deren Mündungen sich erweitern und der Decidua ein siebförmiges Ansehen geben) zur wahren Decidua und wird auch nach der Geburt des Embryo mit abgestossen (s. S. 764). Die hinfällige Haut überzieht (nach *Weber*) die innere Oberfläche des Uterus nicht glatt, sondern bildet, ehe noch das Ei im Uterus ankommt, eine oder einige Falten. In einer solchen Falte, welche den Namen *tunica decidua reflexa* erhalten hat, findet man stets das Ei, sobald man es im Uterus wahrnimmt, aufgehangen; niemals ist dasselbe frei in der Höhle des Uterus gefunden worden.

Als man noch glaubte, sagt *Weber*, dass die wahre Decidua eine unorganisirte Haut sei, welche aus gerinnbarer, auf der innern Oberfläche des Uterus abgesonderter Lymphe entstehe, nahm man entweder an, dass diese geronnene Lymphe nicht nur die innere Oberfläche des Uterus überziehe, sondern auch den Zugang aus den Tuben in den Uterus verschliesse, ehe das Ei im Uterus ankomme, und dass das am *ostium uterinum tubae* angekommene Ei in dem Maasse, als es wachse, die geronnene Lage vor sich her dränge und vom Uterus ablöse, oder man vermuthete, dass die Tuben durch jene gerinnbare Lymphe nicht verschlossen würden und dass das äusserst kleine Ei, wenn es im Uterus ankomme, in der gerinnenden Masse einsinke und von ihr überschüttet und bedeckt

werde. Das wachsende Ei dehne die dasselbe bedeckende Lage geronnener Lymphe aus und so entstehe die in die Höhle des Uterus hineinragende Falte (die *decidua reflexa*), in der das Ei gleichsam an der Wand des Uterus aufgehangen sei. Bei der erstern Ansicht nahm man ferner noch an, dass das eingestülpte Stück der Decidua (die *reflexa*) sich durch das allmälige Wachsthum des Eies immer mehr ausdehne und endlich mit der wahren Decidua verwachse. Bevor dies jedoch geschehe, sollte der zwischen beiden Deciduen bestehende Raum mit einer eiweissartigen Flüssigkeit (Hydroperione *Breschet's*) erfüllt sein. An der Stelle, wo die Decidua, um die *decidua reflexa* zu bilden, losgelöst wird, soll sich durch eine neue Exsudation die ***decidua serotina*** bilden, welche zugleich den Theil des Eichens überzieht, der noch unbedeckt ist. — Diese angeführten Ansichten über die Bildung der *decidua reflexa* müssen nun aber doch als nicht ganz richtig anzusehen sein, seitdem man weiss, dass die wahre Decidua die durch ein rasches Wachsthum angeschwollene Schleimhaut selbst ist. *Weber* führt zur Erklärung der Entstehung der *decidua reflexa* folgende Thatsachen an: die *decidua reflexa* wird, schon ehe das Ei im Uterus anlangt, dadurch zu dessen Aufnahme vorbereitet, dass die wahre Decidua an gewissen Stellen mehr in die Dicke wächst als an andern und sich dadurch faltet. Die Falte, in welcher man später das Ei an der Wand des Uterus aufgehangen findet, geht oft nicht von dem Winkel aus, in welchem sich die Tuba in den Uterus mündet, sondern bildet sich oft mitten an der hintern oder vordern Wand des Uterus. Die *tunica decidua reflexa* zeigt ebenso wie die wahre Decidua Mündungen von Uterindrüsen. Es scheint sonach, als ob die *decidua reflexa* eine losgelöste Schicht der *decidua vera* sei. Die Loslösung derselben könnte aber entweder dadurch erfolgen, dass das äusserst kleine Ei, nachdem es in den Uterus gekommen, in die weiche Decidua einsinkt und ringsum von ihr überwachsen wird, oder dadurch, dass, indem das Ei in den Uterus eintritt, sich durch einen organischen Process eine oberflächliche Lage von der Decidua loslöst und die *decidua reflexa* bildet. — Zuweilen erstreckt sich die Decidua einige Linien weit in den Kanal der Tuba, nie aber bis in die Cervicalhöhle hinein. Der **Kanal des Mutterhalses** ist stets schon vom 2. Monate der Schwangerschaft an durch einen **gallertartigen Pfropf**, der ein Product der Schleimdrüsen jenes Kanales zu sein scheint, verschlossen.

Auch die **Muskelschicht** des Uterus erleidet während der Schwangerschaft Veränderungen, indem sich nämlich die musculösen Faserzellen nicht nur vollkommner entwickeln, sondern auch durch Neubildung vermehren (s. S. 763). Ebenso bildet sich neues Bindegewebe, und zugleich findet mit der Vermehrung der Gebärmuttermasse eine lebhafte Neubildung der Gefässe statt. Diese Massenzunahme findet selbst bei Extrauterinschwangerschaften statt. — Die auffälligsten Veränderungen erleidet der Uterus aber hinsichtlich seiner Grösse, Form und Lage. Die **Grösse** des Uterus nimmt allmälig (doch am auffallendsten in den letzten Monaten), eben sowohl wegen Vermehrung seiner eigenen Masse, als vorzüglich auch durch das Wachsthum seines Inhaltes, zu. Sein Längendurchmesser steigt von 3 bis auf 12″, der Querdm. von 1½ bis auf 9″, der gerade Dm. (von vorn nach hinten) von 1 bis auf 8″, und während der nicht schwangere Uterus etwa 16″ Oberfläche hat, besitzt der schwangere gegen 339″; seine Höhle erweitert sich zu einem Raume von 400 Cub.″; die Masse der Wandungen des nicht schwangern Uterus beträgt gegen 4½ Cub.″, am Ende der Schwangerschaft dagegen 50—52 Cub.″. Die Dicke der Wandungen nimmt sogar im Anfange trotz der beträchtlichen Ausdehnung zu (steigt von 4 bis auf 6 und 8‴), späterhin aber bis zu Ende wieder ab; denn anfangs herrscht das Wachsthum in die Dicke, später mehr das in der Richtung der Fläche vor. Das **Gewicht** des Uterus einige Tage nach der Geburt beträgt zwischen 55 und 60 Loth, während der jungfräuliche Uterus etwa nur ℥j wiegt. — Die **Gestalt des Uterus** ändert sich durch die Schwangerschaft dahin ab, dass er seine dreieckige Form allmälig in ein Ovoid mit abwärts gekehrter Spitze verwandelt. Anfangs erleidet nur der Körper und Grund des Uterus eine Formveränderung, so dass die Birnform jetzt noch bleibt; schon im 2. Monate nämlich nimmt der Gebärmutterkörper an Ausdehnung zu; seine Höhle wölbt sich, der äussern Form des Organs entsprechend, oben und seitlich nach aussen hervor, so dass die Wände derselben nach innen concav sind; die hintere Wand zeigt dabei eine stärkere Convexität nach aussen, als die vordere. Erst um die Mitte des 7. Monats steigt die Ausdehnung der Höhle mehr gegen den Kanal des Halses herab, so dass nun das ganze Organ mehr eine Kugelform annimmt, an welcher der Hals nur als ein kleiner, cylinderförmiger Anhang erscheint. Im 9. und 10. Monate richtet sich die Gestalt des Uterus vorzüglich nach der Lage und Haltung des Kindes und nimmt deshalb, bei ganz normalem Verhalten des letztern, die Form eines Ovoids

an; doch kann auch eine abnorme Gestalt des Uterus (Bicornität, Schiefheit desselben) auf die Lage des Kindes influiren. Der **Halstheil** des Uterus zeigt während der Schwangerschaft folgende nicht unwichtige Veränderungen. Nachdem er nämlich in der ersten Hälfte der Schwangerschaft fast unverändert geblieben und durch Zunahme an Masse und Umfang, besonders an der Basis, eine mehr conische Gestalt angenommen hat, fängt er nun an sich aufzulockern; seine Höhle erweitert sich allmälig, und zwar stets so, dass der innere Muttermund und der obere Theil des Mutterhalskanales am längsten geschlossen bleiben, wobei sich die Vaginalportion immer mehr und mehr verkürzt, bis sie endlich in den letzten 14 Tagen blos als ein kleines Zäpfchen oder Knötchen zu fühlen ist und der innere Muttermund fast in gleicher Ebene mit dem äussern zu liegen kommt, ihn aber in weitem Kreise umgibt. Die Entfaltung des Halses ist, und zwar in der Regel bei Erstgebärenden, theils eine Folge des Wachsthums seiner Wandungen in die Fläche, theils wird sie mechanisch durch den Druck der immer schwerer lastenden Frucht bedingt. Bei Mehrgebärenden erweitert sich häufig der innere Muttermund schon frühzeitig und ohne besondere vorgängige Verdickung seiner Wände; der Kanal des Halses wird dann schon von Anfang an allmälig verkürzt und mit in die Höhle des Körpers hineingezogen. Der **äussere Muttermund** bietet bei den Veränderungen des Halses ein verschiedenes Verhalten dar. Fast immer flacht sich, wie bei der Menstruation, seine vordere Lippe schon frühzeitig ab und beide Lippen werden an Länge einander gleich; ihre Substanz fühlt sich dabei aufgelockert und erweicht an, bald in ihrer Totalität, bald mehr am innern Rande, wobei der Muttermund sich trichterförmig eindrücken lässt, bald mehr am äussern Rande, wo der innere Rand als dünner Saum fühlbar bleibt. Gleichzeitig und als Folge der Rundung des Mutterhalses, sowohl durch Verdickung seiner Wand als durch Entfaltung seines Kanals, rundet sich auch der äussere Muttermund, früher und constanter bei Erstgebärenden, während er bei Mehrgebärenden oft noch lange in die Quere gezogen bleibt. Bei jenen bleibt er meist bis zu Ende der Schwangerschaft geschlossen und öffnet sich erst bei der Geburt durch die Wirkung der Wehen; bei diesen beginnt er gewöhnlich schon früher sich zu öffnen durch das stärkere Wachsthum seiner schon einmal durch die Geburt ausgedehnten Wandungen in die Fläche. — Mit der Vergrösserung ändert sich ausser der Form auch die **Lage der Gebärmutter**. In Folge der Anschwellung und der vermehrten Schwere sinkt der Uterus in den beiden ersten Schwangerschaftsmonaten tiefer ins Becken herab, so dass er etwa in der 10. Woche seinen tiefsten Stand erreicht. Er nimmt dabei, wie während der Menstruation, eine geradere Stellung an. Nach dieser Zeit erhebt er sich, weil er bei zunehmendem Wachsthume nicht mehr Raum im kleinen Becken findet, in der Richtung der Achse des Beckeneinganges (denn sein Grund neigt sich wieder mehr nach vorn) aus der Becken- in die Bauchhöhle. Bei seiner höhern Lage und dem fortschreitenden Wachsthume stützt er sich nach unten hauptsächlich auf die Scheide, mit der er einen Winkel bildet, nach vorn lehnt er sich an die Bauchwand an und ruht seitlich auf den im Weibe breiteren und flacheren, mit dem *m. iliacus* gepolsterten Darmbeinen. Die Gedärme werden anfangs nach oben und zur Seite gedrängt und treten später ganz hinter ihn zurück. In der zweiten Hälfte der Schwangerschaft neigt sich der Grund des Uterus etwas auf die eine oder die andere Seite hin und zwar häufiger auf die rechte (mit und ohne Schieflage), vielleicht in Folge der bedeutenderen Stärke des rechten runden Mutterbandes. Gleichzeitig erleidet der Uterus oft auch eine geringe Drehung um seine Längenachse nach rechts zu, wodurch die linke Seitenfläche der vordern Bauchwand näher zu stehen kommt, als die rechte. Im 10. Schwangerschaftsmonate beginnt der Uterus sich mit seinem Grunde, der jetzt fast bis zur Herzgrube reicht, mehr und mehr nach vorn zu neigen, während der Scheidentheil dem entsprechend nach hinten rückt. Diese Senkung des Uterus ist theils eine mechanische Folge des verminderten Widerstandes der ausgedehnten Bauchdecken und tritt da-

her um so früher ein, je schlaffer und nachgiebiger diese sind, theils wird sie durch die periodischen den Geburtsact einleitenden Contractionen des Uterus bedingt, die jetzt noch vorzugsweise gegen die runden Mutterbänder als feste Punkte hin zu wirken scheinen *(Litzmann)*. — Das Verhältniss der **runden und breiten Mutterbänder** zum Uterus ändert sich durch die veränderte Lage, Gestalt und Grösse des Organs. Die Masse der runden Bänder nimmt, wie die des Uterus, in der Schwangerschaft zu; wegen der stärkeren Ausdehnung des Uterus und seines Wachsthums nach oben verlaufen sie mehr abwärts von demselben zum Leistenringe und verstärken somit seine Neigung gegen die Bauchwand; gleichzeitig rückt durch die vorwaltende Entwickelung der hintern Uterinwand ihr Ursprung mehr nach vorn. Durch die zunehmende Grösse des Uterus werden die Duplicaturen der breiten Mutterbänder entfaltet, die Ovarien und Tuben schmiegen sich an die Seite desselben an und erhalten eine mehr senkrechte Lage; zugleich rücken die *ostia uterina* der Tuben wegen der stärkeren Entwickelung des Fundus mehr nach abwärts im *cavum uteri*. — Die Veränderungen in der **Scheide und den äussern Geschlechtstheilen**, welche die Schwangerschaft hervorruft, sind im Allgemeinen die Erscheinungen einer gelinden Congestion mit erhöhter Temperatur, Schwellung der Schleimdrüsen und vermehrter Secretion (deshalb bisweilen Rauhheit und Leucorrhöe der Vagina). Die Wandungen der Scheide lockern sich auf, ihre zahlreichen Querrunzeln werden entfaltet (besonders vom 6. Monate an), so dass bei Mehrgebärenden die vordere Wand nicht selten in Form einer einzigen grossen Falte herabhängt. Neuerdings hat man auf eine bläuliche, bläulichrothe oder weinhefenartige Färbung der Scheidenschleimhaut aufmerksam gemacht, die constant die Schwangerschaft begleiten soll, und besonders am Scheidengewölbe und Scheideneingange ihren Sitz hat, oft mit scharfer Begränzung, selten gleichmässig durch die Scheide entwickelt. Durch den sich erhebenden Uterus wird das Scheidengewölbe mit in die Höhe gezogen und die Scheide dadurch merklich verlängert. — Die Folgen der Congestion zeigen sich auch noch in den andern Beckentheilen: die Band- und Knorpelmassen der Symphysen schwellen an, sind saftreicher und aufgelockert; rings um das Becken lagert sich mehr Fett ab; die Wandungen der Harnröhre sind gelockert, ihre Mündung ist weiter und wulstiger; das Zellgewebe und die Fascien des Dammes lockern sich ebenfalls auf und werden so zu der beträchtlichen Dehnung, die sie bei der Geburt erleiden müssen, vorbereitet. — An der Entwickelung des Uterus nehmen (vielleicht durch Nervenreflex) auch die **Brüste** Theil, doch bei der einen Frau früher und in auffälligerem Grade als bei der andern. In der Regel beginnt die Entwickelung derselben schon im 2. oder 3. Monate der Schwangerschaft; sie schwellen an, erleiden flüchtige stechende oder spannende Schmerzen; ihre Läppchen werden deutlicher fühlbar; die Hautvenen der Brüste turgesciren; bisweilen sind auch die Lymphgefässe und Achseldrüsen angeschwollen und empfindlich. Die Areola turgescirt, tritt polsterartig hervor und gewinnt an Umfang und dunkler Färbung; die Warze wird grösser, springt mehr hervor und erigirt sich periodisch; die *glandulae sebaceae* sind angeschwollen, ragen hervor und sondern stärker ab. Hierzu gesellt sich, bisweilen schon im 3. oder 4. Monate, eine Art von Milchsecretion (Schwangerschafts-Colostrum, s. S. 766).

II. Erscheinungen, welche durch die Befruchtung im Ei hervorgerufen werden. Den vorher angegebenen Veränderungen im mütterlichen Organismus geht die Entwickelung des Eies parallel. Nachdem nämlich das reife Ei zur Zeit der Menstruation den Graaf'schen Follikel verlassen hat und in der Tuba, oder wohl auch schon am Eierstocke, von dem männlichen, Samenfäden enthaltenden, Samen befruchtet worden ist, rückt es allmälig durch die Tuba in den Uterus, und erleidet hier wie auch schon im zweiten oder

letzten Drittel der Tuba mannichfache, nur durch die Befruchtung hervorzurufende Veränderungen. Reife Eier, auch wenn sie nicht befruchtet worden, sind immer am grössten, dagegen wird ihr Inhalt immer kleiner (die Dotterkugeln); das Keimbläschen, welches bei unreifen Eiern mehr im Centrum des Dotters sich befindet, rückt beim Reifen der Eier gegen die Peripherie und scheint bei ganz reifen Eiern ganz zu fehlen. Das sicherste Zeichen der vollen Reife ist aber (nach *Bischoff*) die Veränderung der Zellen des *discus proligerus* um die Zona herum, die sich in Fasern auszuziehen anfangen und, mit diesen auf der Zona aufsitzend, dem ganzen Eie ein strahliges Ansehen geben. *Bischoff* glaubt, dass das Keimbläschen in Folge der Befruchtung platzt und seinen Inhalt mit dem des Dotters und mit der Samenflüssigkeit vermischt, wodurch alsdann vielleicht die Bedingungen zur weitern Metamorphose des Dotters gegeben sind. Nach *Barry* soll aber das Keimbläschen nicht untergehen, sondern die Ur- und Mutterzelle sein, aus welcher sich die embryonalen Zellen entwickeln. Die ersten nach der Befruchtung eintretenden Veränderungen im menschlichen Eie lassen sich nur aus der Entwickelungsgeschichte der Vögel und Säugethiere vermuthen, dies jedoch mit der grössten Wahrscheinlichkeit, da übrigens die grösste Uebereinstimmung in der Entwickelung des menschlichen Eies mit dem der übrigen Säugethiere herrscht.

Die Veränderungen, welche das befruchtete Säugethierei während seines Durchganges durch den Eileiter erfährt, gibt *Barry* so an. Das nicht mehr als $^1/_{12}'''$ messende Kaninchenei vergrössert sich während seines Fortrückens allmälig bis zu $^1/_5'''$; es ist anfangs noch von den Körnern seiner *tunica granulosa* (dem *discus proligerus* Anderer) umgeben, welche aber bald verschwinden. Statt dessen bildet sich eine elastische undurchsichtige Membran, das *chorion*, um das Eichen herum, zwischen welcher und der *zona* sich nach und nach immer mehr Flüssigkeit ansammelt. Die *zona* bleibt unverändert während des ganzen Durchganges des Eies und nimmt nur etwas an Durchmesser zu. Der Dotter gleicht anfangs noch dem Dotter der Eierstockseier, nur füllt er das Innere der *zona* nicht mehr ganz aus, zwischen welcher und ihm sich gleichfalls etwas Flüssigkeit befindet. Anfangs ist er noch von der dicken und dunkeln Dotterhaut umgeben, ebenso ist auch noch das Keimbläschen in der Mitte des Dotters vorhanden. Plötzlich ändert sich dieses ganze Verhältniss; die Dotterhaut und das Keimbläschen sind verschwunden, der Dotter bildet keine compacte Masse mehr, sondern ist als solcher auch verschwunden, und man bemerkt statt dessen im Innern der Zona eine helle Flüssigkeit, in welcher zuerst 2 grössere rundlich-elliptische Bläschen mit einem hellen Kerne und einem feinkörnigen Inhalte erscheinen. Aus diesen 2 Bläschen werden sodann 4 und so fort immer mehrere, wobei die neu erscheinenden immer kleiner sind und durch ihre Aggregation im Centrum des Eies eine maulbeerartige Figur zusammensetzen (s. Furchungsprocess; S. 73). — *Bischoff's* Beobachtungen sind folgende. Anfangs gleichen die Eier in der Tuba noch ganz den Eierstockeiern; sie sind von den jetzt wieder runden Zellen des *discus proligerus* umgeben, die sich nur in einer Rückbildung und Auflösung zu befinden scheinen. Die von ihnen umgebene *zona pellucida* fängt an etwas Weniges anzuschwellen; sie ist noch immer die einzige Hülle des Dotters und letzterer besitzt keine besondere Dotterhaut, obgleich es so scheinen könnte, da er die Höhle der *zona* nicht mehr ganz ausfüllt, sondern zwischen ihr und der *zona* etwas Flüssigkeit sich angesammelt hat. Dieses Alles scheint aber durch eine grössere Condensation der Dotterkügelchen bedingt zu sein. Von einem Keimbläschen konnte

B. nie eine Spur mehr entdecken. Sind die Eier etwas weiter vor, bis gegen die Mitte des Eileiters, gerückt, so ist der *discus* verschwunden und statt dessen fängt nun eine Schicht eines vollkommen durchsichtichtigen, gallertartigen Stoffes (Eiweiss) an, sich um die *zona* herumzubilden. Sie nimmt allmälig an Dicke zu, und zwischen den einzelnen Schichten dieses Eiweisses finden sich immer zahlreiche todte Samenthierchen eingeschlossen. An Eiern auf diesem Stadium bemerkte nun *B.*, dass sich der Dotter in einer zwar langsamen aber continuirlichen drehenden Bewegung um seine Achse herum befand, was von den Schwingungen der an der Oberfläche des Dotters befindlichen sehr feinen Cilien herrührte. Diese Bewegungen hatten die Richtung vom Eierstocke nach dem Uterus hin. Im folgenden Stadium sind sie nicht mehr vorhanden. Hier (im letzten Drittel des Eileiters) nimmt die Dicke der Eiweissschicht so zu, dass das Eichen wie ein glasheller Körper aussieht, in dessen Centrum nur ein kleines weisses undurchsichtiges Pünktchen, der Dotter, sich befindet; auch die *zona* schwillt noch etwas an. Der Dotter, der bisher immer noch eine compacte gleichförmige Masse ausmachte, ist in einzelne rundliche Massen und Kugeln zerlegt, deren Anzahl (2, 4, 8, 16 und so fort) mit dem Weiterrücken des Eies schnell zunimmt, so wie ihr Durchmesser abnimmt (Zerklüftungs- oder Furchungsprocess). Die Kugeln sind offenbar gebildet von den Dotterkörnchen und es ist daher deutlich, dass sich der Dotter in sie zerlegt. Ob sie eine Hülle besitzen (Zellen) oder blos kleinere rundliche Massen des Dotters (Kugeln) sind, ist noch die Frage; *Bischoff* neigt sich zu der letztern Ansicht, weil er durchaus keine Zellenmembran und keinen Zellenkern entdecken konnte, Essigsäure keine Veränderung an diesen Kugeln hervorbringt und die Behandlung derselben mit dem Compressorium keine Zelle erkennen lässt. — Noch in diesem Zerlegungsprocesse seines Dotters in einzelne, immer kleiner werdende Kugeln begriffen, gelangt nun das Ei, von einer starken Eiweissschicht umgeben, aus dem Eileiter in den Uterus (nach $2\frac{1}{2}$—3 Tagen). Diese bis jetzt erwähnten Veränderungen beobachtete *B.* an Kanincheneiern. Die Eier des Hundes zeigen so ziemlich dieselben Veränderungen, nur sah er dieselben sich langsamer entwickeln, zweimal mit einer Spur von Keimbläschen versehen, und niemals von Eiweiss umgeben. Das Hundeei, welches, so lange es sich noch im Eierstocke befindet, sich sehr leicht von seinen Dotterkörnchen trennen und das Keimbläschen sehen lässt, besteht im Eileiter aus fest zusammenhängenden Dotterkörnchen und nimmt allmälig an Umfang zu, der Dotter dagegen ab und zerklüftet sich in kleine Portionen, die aber weniger schnell und zahlreich als im Kanincheneie zu entstehen (von der Peripherie nach dem Centrum) scheinen. Es gelangt so das Ei, etwas grösser geworden, kaum noch umgeben von den letzten Resten des *discus proligerus*, ohne Eiweiss, mit in der Zerlegung begriffenem Dotter am *ostium uterinum* des Eileiters (nach 8—14 Tagen) an. Nach *Barry* bestand hier das Ei aus dem im Eileiter gebildeten Chorion (Eiweissschicht nach *Bischoff*); aus der unverändert gebliebenen Zona, zwischen welcher und dem Chorion sich eine Flüssigkeit befindet; aus einer im Innern der Zona befindlichen durchsichtigen Flüssigkeit und in der Mitte derselben aus einer aus Zellen gebildeten maulbeerartigen Figur. — Aehnliche Erscheinungen, wie das Ei des Hundes, wird nun wohl auch das menschliche Ei während seines Durchganges durch den Eileiter darbieten.

Die Veränderungen des Eies im Uterus gibt *Barry* dahin an, dass sich hier der Zellenbildungsprocess fortsetzt, an der innern Oberfläche der *zona* aus einer Lage von Zellen eine Art Membran, das zukünftige Amnion, entsteht, die maulbeerartige Figur sich sodann aus dem Centrum des Eies an eine gewisse Stelle dieser Zellenlage begibt und in ihrem Innern ein grösseres Bläschen (mit Flüssigkeit und Körnern) zeigt. In dem Centrum dieses Bläschens befindet sich ein hohler, mit einer farblosen Flüssigkeit gefüllter sphärischer Körper von einem körnigen Ansehen, d. i. der wahre Keim. Das Bläschen verschwindet nun und an seiner Stelle bemerkt man eine elliptische Vertiefung, die mit einer durchsichtigen Flüssigkeit gefüllt ist, und

in deren Mitte der Keim noch immer als eine hohle Kugel erscheint. Derselbe theilt sich dann in einen peripherischen und centralen Theil; der letztere nimmt die Stelle des zukünftigen Gehirns ein und zeigt bald einen zugespitzten Fortsatz, das zukünftige Rückenmark. Von dem Embryo geht dann die Entwickelung eines häutigen Gebildes aus, welches an der Innenfläche des Amnion herumwächst und das Gefässblatt der Nabelblase früherer Autoren ist. — *Bischoff* fand diese Angaben *Barry's* grösstentheils auf Täuschungen beruhend; nach ihm gestaltet sich die Bildung des Embryo so. Kurz vorher und nachdem das Kaninchenei in den Uterus getreten, verliert der Dotter sein maulbeerartiges Ansehen (wegen des Dichtaneinanderdrängens der Kugeln) und sieht gleichförmig feinkörnig aus, die Zona nun ganz ausfüllend. Nach einiger Zeit aber kamen die einzelnen Kugeln des Dotters wieder ganz deutlich zum Vorschein und damit sein maulbeerartiges Ansehen (weil Flüssigkeit ins Innere drang und vielleicht eine Art von Gerinnung eintrat), wobei sich der Dotter nach und nach auf ein immer kleineres Volumen zusammenzog. Nun wird die Zona dünner, während die Eiweissschicht noch immer gleich dick vorhanden ist; ein Theil der Dotterkugeln, welcher an der innern Fläche der Zona anliegt, bildet sich stellenweise zu Zellen um (wobei sich die Dotterkugeln wahrscheinlich als Kerne verhalten) und stellt nach und nach eine Membran dar, welche *B.* Keimblase, *vesicula blastodermica*, nennt, weil in ihr die erste Spur des Keimes auftritt. Niemals konnte *B.* hierbei ein grösseres Bläschen im Innern des Eies, *Barry's* Keim, entdecken. Während dieses im Innern des Eies geschieht, vereinigt sich die Eiweissschicht nach und nach immer mehr mit der Zona und verschmilzt mit ihr zu einer vollkommen durchsichtigen, structur- und texturlosen, 1‴ dicken, äussern Hülle des Eies (d. i. der äussere Theil des spätern Chorion). Dieses erscheint nun wie ein einfaches wasserhelles Bläschen, besteht aber aus 2 dicht an einander anliegenden Bläschen; der Zelleninhalt hat eine blasse feinkörnige Beschaffenheit. Erst gegen den 7. Tag, wenn die Eier (1½ P. L. gross) bereits an ihren bleibenden Stellen im Uterus angelangt, aber noch völlig frei und ganz rund sind, bemerkte *B.* an dem Keimbläschen (welches sich aus den Elementen des Dotters durch den Zellenbildungsprocess entwickelt hatte) einen rundlichen weisslichen Fleck, den Fruchthof, d. i. *v. Baer's* und *Burdach's* Keimhügel, *Coste's* Embryonalfleck, der sich wie das ganze Keimbläschen aus Zellen und Zellenkernen zusammengesetzt zeigt, welche hier nur dichter angehäuft sind; zwischen den Zellenkernen liegen auch noch kleinere Molecule; Alles aber jetzt noch gleichförmig vertheilt. Am Keimflecke und etwas darüber hinaus lassen sich 2 Blätter an der Keimblase unterscheiden, von denen das äussere (das seröse oder animale Blatt) der schon früher gebildeten Keimblase angehört, das innere (Schleim- oder vegetative Blatt) dagegen, höchst zart, sich dadurch gebildet hat, dass sich eine innere Zellenlage von der äussern Keimblase abgelöst hat. Beide Blätter liegen ganz dicht an einander, sind aber zu trennen, beide bestehen aus kernhaltigen Zellen und nehmen an der Bildung des Embryonalfleckes Theil. Die Zellen in beiden Blättern zeigen keinen Unterschied, nur sind sie im äussern Blatte dichter an einander gedrängt und theilweise schon verschmolzen, wenn die des innern Blattes noch ganz rund sind. Nun nimmt, beim Wachsen des noch runden Eies, der Fruchthof im Durchmesser zu; das Schleimblatt dehnt sich weiter an der innern Peripherie des serösen Blattes aus; das Ei (2—2½ P. L. gross) nimmt eine elliptische Gestalt an, und es entstehen (aber nie vor dem 8. Tage; nach *Barry* schon nach 162 Stunden an einem 1½‴ grossen Eie) an seiner äussern Oberfläche (am Chorion) feinkörnige Flocken oder Zotten, die sich als ein Ansatz oder Niederschlag organischer Molecule entwickeln und erst später Zellen mit Zellenkernen sehen lassen. Nach und nach (am 9. Tage) treten die Eier mit dem Uterus, indem die Zöttchen des Eies und der Uterusschleimhaut in einander greifen, in eine so innige Verbindung, dass sie ohne Verletzung der äussern Hülle und ohne das Epithelium der Uteruszotten nicht mehr aus demselben entfernt werden können. Sehr bald

(wenige Stunden später) vereinigt sich nun auch das äussere oder seröse Blatt der Keimblase an der der Mesenterialanheftung des Uterus entgegengesetzten Seite mit der äussern Eihaut und mittels derselben also auch mit der Schleimhaut des Uterus. Während dessen hat sich der immer noch runde Fruchthof vergrössert, fängt aber an in der Mitte heller zu werden; das innere oder Schleimblatt ist schon innen ganz herumgewachsen und zur Blase geworden. Kurze Zeit darauf erscheint der Fruchthof erst oval und dann bald birnförmig. Er wird noch immer von einem dunkleren Ringe gebildet, der einen lichten Raum einschliesst, allein in dessen Längenachse erscheint (als erste Spur des Embryo) ein heller Streifen, zu dessen beiden Seiten sich wieder ein Paar dunklere Ansammlungen bemerkbar machen, die zusammen ein Oval bilden, welches jenen hellen Streifen in 2 gleiche Hälften theilt.

Das Hundeei zeigt nach seinem Eintritte in den Uterus (etwa 0,0083 P. Z. gross) durchaus keine Zellen des *discus proligerus* mehr, und da sich um dieses Ei in der Tuba kein Eiweiss gebildet hatte, so wird der in Kugeln zerlegte Dotter nur von der *zona pellucida* umgeben. Zwischen den Dotterkugeln bemerkte *Bischoff* ein kleines Häufchen durchsichtiger kleiner Bläschen oder Körner, welches er für die erste Spur des Embryonalfleckes hält. Bei etwas älteren Eiern bildeten die Dotterkörner zum Theil, und bei einigen Eiern ganz, eine unregelmässige Masse, die deutlich aus verschiedenen halbverschmolzenen Kugeln zusammengesetzt war. Einige Eier derselben Hündin aber zeigten die Dotterkörnchen zum Theil in Kreise gestellt, die einen hellen Raum einschlossen. Die Kreise waren noch von zahlreichen Dotterkörnchen gebildet und nach Eröffnung des Eies zeigte es sich, dass höchst zarte, aber ziemlich grosse Zellen vorhanden waren, in welchen die Dotterkörnchen sich befanden und in deren Peripherie sie so regelmässig gestellt waren. Nun markirt sich an einer Stelle ein dunklerer Fleck, der Embryonalfleck, und bei Zusatz von Wasser (welches mittels der Enosmose vom Eie aufgenommen wird) trennt sich von der Zona ein inneres, höchst zartes Blättchen, in dessen Dicke deutlich die Körnerkreise und auch der Embryonalfleck liegen. Man sieht, dass dieses Bläschen durch an einander liegende kernhaltige Zellen gebildet ist, in denen die Dotterkörnchen sich befinden, die jetzt ihre regelmässige Stellung verlassen und sich in den Zellen zerstreuen. Auch der Embryonalfleck besteht aus ähnlichen Zellen, die aber stärker mit Dotterkörnchen angefüllt sind. Die Zona verdünnt sich immer mehr; das innere Bläschen (Keimblase) bildet sich durch Entstehen einer grössern Anzahl von kernhaltigen Zellen und bei Abnahme und endlich gänzlichem Verschwinden der Dotterkörnchen weiter aus. Jetzt fangen die bisher runden Eier an elliptisch zu werden, zwischen der äussern Hülle und der Keimblase sammelt sich etwas Flüssigkeit an, und der bisher gleichmässig dunkle Keimfleck (Fruchthof) wird in der Mitte heller, oval und dann birnförmig; die bei dem bereits mehrere Linien grossen Eie an der Oberfläche entstehenden Zotten greifen in die der Uterusschleimhaut ein, und so entsteht die innige Verbindung beider. Auch hier besteht der Keimfleck aus einem serösen und Schleimblatte, zwischen denen sich eine grössere Menge von Bildungsmaterial befindet. So kommt das Hundeei mit dem Kaninchenei in den wesentlichen Entwickelungsvorgängen überein, und es unterliegt keinem Zweifel, dass in den wesentlichen Punkten auch das menschliche Ei bei seiner ersten Entwickelung mit dem Eie der Säugethiere übereinstimmen wird.

a. Eitheile, welche dem Eie eigenthümlich angehören.

1) Das **Chorion**, die **Ei-** oder **Schalenhaut** *(v. Baer)*, **Lederhaut**, das *exochorion (Burdach)*, welches *v. Baer* und *Velpeau* schon im Eierstocke (in der äussern Haut des *ovulum Graafianum*) gebildet finden wollen, das sich dagegen nach *Valentin* und *Barry* wahrscheinlich erst um das Eichen bei seinem Eintritte oder Durchgange durch die *tuba*, nach *Bischoff* aber erst im Uterus (von der *zona* und dem serösen Blatte) bildet, ist die äusserste Begränzung

des Eies und stellt anfangs eine runde, durchsichtige, glatte *(chorion laeve s. pellucidum)* Blase dar, die nirgends geöffnet ist oder in den Körper des Embryo übergeht. Bald tritt seine äussere Oberfläche mit der *decidua*, seine innere mit einer eigenthümlichen, unten noch näher zu beschreibenden Masse (Eiweiss), später mit dem *endochorion* und zuletzt mit der mittlern Haut in Berührung. Das Chorion bildet nun, sowie sich das Eichen vergrössert, eine mehr ovale und weniger durchsichtige Blase und zeigt auf seiner ganzen äussern Oberfläche kleine Höcker, welche sich verlängern und zu den sogenannten Zotten oder Saugflocken *(chorion frondosum)* werden. Diese nehmen eine kolbige Gestalt an, verästeln sich dann baumförmig und verweben sich dicht mit einander; sie sind etwas durchsichtig, ganz gefässlos und scheinen aus einer äussern festern (vom Chorion gebildeten Scheide) und einer innern weichern Substanz zu bestehen, in welcher sich später sehr viele Gefässe bilden. Am obern stumpfen Ende des Eies und etwas zur Seite entwickeln sich diese Flocken nach und nach immer mehr; sie wachsen in die Mündungen der Uterindrüsen hinein (s. S. 769), so dass also nun die Träger der Gefässnetze des Eies (d. s. die Zotten des Chorion) von den Trägern der Blutgefässnetze der Mutter (d. s. die schlauchartigen Uterindrüsen) innig umfasst werden, und es kommt so zur Bildung der Placenta *(placenta foetalis)*. Dagegen verkümmern die Zotten am spitzigen Ende und werden aufgesogen, so dass dieses nun mit der *decidua reflexa* in unmittelbare Berührung tritt. Nach *Weber* findet sich schon an sehr kleinen Eiern unten eine glatte Stelle am Chorion, auf welcher die Zotten weniger dicht sind und die sich vom 3. Monate an durch das Wachsthum des Eies immer mehr ausdehnt. An der Stelle, wo sich die Placenta bildet, schwindet die *decidua reflexa*, während sich die *decidua vera* in das Chorion hineinbildet und mit ihm auf das Genaueste verbindet. Die innere Oberfläche des Chorion ist immer glatt, und obgleich sie in den verschiedenen Entwickelungsperioden mit verschiedenen, bald zu erwähnenden Stoffen und Theilen in mehr oder minder inniger Berührung steht, so ist sie doch nie mit von ihr selbst ausgehenden Fortsätzen versehen. — Ob das Chorion aus einem oder mehreren Blättern bestehe, ist eine vielfach verneinte und bis jetzt noch nicht entschiedene Frage. — Das *exochorion* ist an und für sich, wie die Eierschalenhaut der Vögel, ohne Blutgefässe. Im Laufe der Entwickelung tritt als Production des Embryo das *endochorion* (Allantois; s. später) an dasselbe, dessen Blutgefässe sich besonders in der Gegend der Placenta in das *exochorion* hineinbilden, so dass nun erst ein mit Blutgefässen versehenes Gebilde entsteht, welches lange als einfache Membran und als *chorion* bekannt war, aber aus dem *exochorion* und *endochorion* zusammengesetzt ist. — Bei den meisten Wiederkäuern entwickeln sich die Zotten des Chorions an einzelnen Stellen stärker; in sie bilden sich die Gefässe der Allantois hinein und so stellen sie blutreiche, verästelte Gefässbüschel dar, in deren feinsten Verzweigungen die Arterien schlingenförmig in die Venen übergehen, d. s. die Cotyledonen; zwischen ihnen ist das Chorion glatt. Diesen Büscheln entsprechen zahlreiche Stellen der innern Oberfläche des Uterus, welche auch ausser der Schwangerschaft bemerklich sind, in derselben sich aber sehr entwickeln und bald napfförmige, bald flachrundliche, sehr gefässreiche Erhabenheiten mit zahlreichen Mündungen von Uterindrüsen darstellen. In diese Mündungen greifen die Cotyledonen fingerförmig ein und liegen den Wandungen derselben dicht an. — Die Textur des Chorion ist einfach und gleichförmig, wie die der *zona pellucida;* erst später, wenn dasselbe bei den Thieren durch die Anlage der Allantois Gefässe erhalten hat, kann man in ihm auch Zellen und Zellenkerne sehen. Bei dem Menschen, wo dieses nicht geschieht, konnte *Bischoff* auch keine Zellenbildung in dem Chorion bemerken, sondern fand seine Textur ganz gleichförmig. — Dicht an der innern Oberfläche des *exochorion* liegt in der frühern Periode des Fruchtlebens ein

2) Stoff, welcher dem **Eiweisse** des Vogeleies analog ist.

Derselbe befindet sich zwischen dem Chorion und Amnion, hat eine röthliche Färbung, ist zähe, gallert- oder eiweissartig, anfangs dünner, später, wo sich Chorion und Amnion immer mehr nähern, dicker und bildet dann ein Netzwerk von sehr feinen, platten, leicht zerreisslichen, dichten (nie mit Gefässen zu verwechselnden) Fäden (wie feines Spinngewebe), welche eine membranartige Beschaffenheit annehmen und so eine gallertartige, aber continuirliche Haut (die mittlere Haut) darstellen. Dieser Stoff nimmt eine Zeit lang bedeutend an Masse zu und häuft sich besonders vor dem Bauche des Embryo an. Die Bedeutung dieser Flüssigkeit ist noch nicht bestimmt; Manche (*Pockels*, *Müller*) halten sie für ein Analogon des Eiweisses, Andere (*Velpeau*, *Seiler*) für die Allantois des Menschen.

b. Eitheile, welche mit dem Embryonalkörper in unmittelbarer Verbindung stehen.

Es zerfallen die hierher gehörenden Theile in 3 Gebilde, welche entweder immer oder nur zu einer bestimmten Periode des Fruchtlebens geschlossene Blasen darstellen und in ihrem Innern eine geringere oder grössere Quantität einer bestimmten Flüssigkeit enthalten. Es sind: 1) die Nabelblase, eine Blase, welche schon zu Anfange der Entwickelung des Embryo existirt und zur Ausbildung desselben beitragen soll; 2) das Amnion, eine Blase, welche aus den an den Embryo angränzenden, hautförmigen Gebilden entsteht; 3) die Allantois, ein einförmiges oder doppeltes blasenförmiges Organ, welches vom Embryo aus über die Frucht hinauswächst und so zwischen Chorion und Amnion tritt.

1) Nabelblase, Darmbläschen, *vesicula umbilicalis*.

Es ist die vom Embryo abgeschnürte Keimblase und ein dem Dottersacke der Vögel entsprechendes Organ, dessen Haut also der Dotterhaut und dessen Contentum dem Dotter gleicht. Es trägt durch den Stoff, welchen es enthält, zur ersten Nutrition des Embryo bei und schwindet, wenn sich die Placenta gebildet hat, als ein nun unnöthiges Gebilde. Anfangs zeigt sich das Nabelbläschen als ein rundliches, späterhin als ein plattgedrücktes, gelblichweisses und mit einer hellen, körnigen Flüssigkeit gefülltes Bläschen, welches zwischen dem Chorion und Amnion in jenem gallertartigen Stoffe liegt und um so grösser ist, je jünger der Embryo ist. Anfangs liegt dieses Bläschen dicht an der vordern Fläche des Embryo an und geht ganz breit in dessen Darmkanal über, allmälig entfernt es sich aber von diesem und bekommt die Gestalt einer Birne, deren Stiel (Hals) mit dem Embryo in Verbindung bleibt. Nach und nach zieht sich dieser Hals oder Communicationskanal (zwischen Bläschen und Embryo) weiter aus, wird immer dünner und stellt zuletzt eine fadenförmige Röhre (*ductus entericus s. omphalo-mesaraicus*) dar, die sich durch den Nabelstrang zum mittlern Theile des Darmkanals des Embryo erstreckt und sich in diesem öffnet. Ausser durch diesen *ductus entericus* steht der Embryo noch durch die Nabel-Gekrösgefässe, *vasa omphalo-mesaraica* (d. i. eine Arterie und eine oder 2 Venen, Zweige der *art.* und *ven. mesenterica superior*), mit dem Nabelbläschen, an dessen Wand und Stiele sie sich verzweigen, in Verbindung. Nach Ablauf des 1. Monats wird der Stiel des Nabelbläschens immer dünner und sein Kanal enger, und nach und nach schliesst sich letzterer in der Richtung vom Embryo zum Bläschen hin ganz. Später (im 3. Monate) schwindet der Stiel grösstentheils oder gänzlich, und zwar eher als die *vasa omphalo-mesaraica*. Die Nabelblase wird jetzt welk, ihre Wandungen fallen zusammen und das Contentum vertrocknet gleichsam. Sie selbst bleibt aber entweder in diesem Zustande während des ganzen Fruchtlebens oder schwindet vor dem Ende

desselben. — Ueber den Ursprung des Nabelbläschens s. später bei Entwickelung des Säugethierembryo nach *Bischoff*.

Es ist dem menschlichen Eie eigenthümlich, dass das Nabelbläschen nur eine geringe Ausdehnung erhält und dass sich sein Gang oder Stiel *(ductus omphalo-mesaraicus)* oft sehr lang auszieht und das Bläschen dadurch zuweilen weit von dem Embryo zu liegen kommt.

2) Amnion, Schafhaut, innere Eihaut.

Das Amnion *(i. e. amiculum, quia amice foetum obvolvit)*, welches zunächst den Embryo umgibt und sich aus dem serösen Blatte der Keimblase entwickelt (s. S. 775 u. später), ist eine durchsichtige, dünne, glatte, glänzende, einer serösen Haut ähnliche, gefäss- und nervenlose Membran, welche einen völlig geschlossenen, ovalen und mit dem Frucht- oder Schafwasser, *liquor amnios*, erfüllten Sack darstellt, in welchem der Embryo aufgehangen ist. Dieser Sack berührt die innere concave Fläche des Chorion nicht unmittelbar, es bleibt zwischen beiden Häuten ein mit Flüssigkeit gefüllter Zwischenraum, welcher in der frühesten Zeit das Nabelbläschen und die Allantois enthält, mit vorschreitender Entwickelung aber immer mehr schwindet, so dass zuletzt nur eine dünne, klebrige Schicht zwischen Chorion und Amnion bleibt. Die Wand des Amnion-Sackes stülpt sich am Nabelstrange nach innen ein, so dass sie eine Scheide um diesen herum bildet, und soll dann am Nabel des Embryo in dessen Haut (Oberhaut) übergehen. Betrachtet man demnach den Amnionsack, dessen Scheide um den Nabel und die Haut des Embryo als ein continuirliches Ganze, so verhält sich das Amnion zum Embryo wie der Herzbeutel zum Herzen. Das Gewebe des Amnion bleibt während der ganzen Schwangerschaft durchaus gleichförmig; im Anfange kann man seine Zusammensetzung aus kernhaltigen Zellen sehr deutlich erkennen. Diese wird aber im weitern Verlaufe undeutlicher und ist zuletzt nicht mehr zu erkennen; indessen entwickelt sich dann (wie *Bischoff* zuerst zeigte) an seiner innern Fläche ein ebenfalls aus Zellen gebildetes Pflaster-Epithelium.

Schafwasser, Fruchtwasser, *liquor amnios*, befindet sich in der Höhle des Amnionsackes, zwischen dessen innerer Oberfläche und dem Embryo. Es ist eine Flüssigkeit, welche bis zur Mitte des Embryolebens an Quantität zunimmt (dann ungefähr 2 Pfund betragend), hierauf aber sich allmälig wieder verringert, so dass sie bei der Geburt nur einige Unzen beträgt. Unstreitig besitzt sie nicht in allen Perioden der Schwangerschaft die nämlichen Eigenschaften. Anfangs fand man diesen molkenähnlichen *liquor* dünnflüssig, wasserhell oder leicht gelblich (auch röthlichweiss, opalisirend); in der spätern Zeit ist er nach *Frommherz* und *Gugert* gelb, unklar, von fadem Geschmacke und Geruche, reagirt vermöge seines Ammoniakgehaltes stark alkalisch und hinterlässt nach dem Verdampfen 3% festen Rückstandes. Siedehitze und Alkohol erzeugten Coagula; starke bringt die Salpeter- und Salzsäure, schwache dagegen Essigsäure hervor. *Kali causticum* schlägt grauweisse Flocken nieder, Quecksilbersublimat macht einen sich bald schön rosenroth färbenden, Galläpfeltinctur einen gelben Niederschlag. Er besteht aus: Eiweiss, Käsestoff, Speichelstoff, Osmazom, Harnstoff, durch Kali fällbare sauerstoffhaltige Materie, hydrothions. und kohlens. Ammonium, benzoes., kohlens., phosphors. und schwefels. Natron, phosphors. und schwefels. Kalk und Spuren von Kalisalzen. *Hünefeld* fand im *liquor amnios* gährungsfähigen Zucker und nach ihm geht der *liquor* deshalb an der Sonne in Gährung über. *Prout* nimmt Milchzucker im *liquor* an. — Man weiss noch nicht, wie die Amnionflüssigkeit abgesondert wird, eben so ungewiss ist es noch, ob sie vom Embryo durch den Mund und die Haut aufgenommen wird und ob sie den Athmungsprocess vermittelt (weil sie nämlich die Luftröhrenäste erfüllt und Luft enthält, die nicht sehr von der atmosphärischen verschieden ist). So viel ist ausgemacht, dass sie, indem in ihr der Embryo schwebend erhalten wird, diesen vor Stössen sichert und bei der Geburt die Geburtswege schlüpfrig macht. Wahrscheinlich trägt sie nichts zur Ernährung des Embryo bei.

3) Allantois (mit: *endochorion*, mittlerer Haut, Placenta und Nabelstrang).

a. Die **Allantois** oder **Harnhaut**, deren Existenz beim Menschen noch nicht so genau wie bei den Säugethieren nachgewiesen werden konnte, die aber doch vermuthet werden muss und hier einige Male auch beobachtet wurde, entsteht einige Zeit nachdem der Darmkanal des Embryo sich als

ein Rohr gebildet und abgeschlossen hat, an der vordern Wandung des hintersten Theiles desselben (Afterdarm) als eine Ausstülpung. Die Meisten *(v. Baer, Rathke, Valentin)* betrachten diese Blase als eine, aus dem Schleim- und Gefässblatte bestehende, hohle Ausstülpung aus dem sich eben entwickelnden Endstücke des Darmrohres und es ist auch in späterer Zeit der offene Zusammenhang dieser Blase mit dem Enddarme offenbar. Allein neuere Beobachter weichen von dieser Ansicht über den ersten Ursprung der Allantois ab. So soll sie nach *Reichert* bei dem Hühnchen sich ursprünglich in Form zweier kleiner solider Erhabenheiten an dem Ende der Wolff'schen Körper und in Verbindung mit deren Ausführungsgange entwickeln; die Erhabenheiten verwachsen dann allmälig mit einander und bilden eine anfangs plattgedrückte Erhöhung, die sich zur Blase ausbildet und mit der vordern Leibeswand innig vereinigt. Nach *Coste* ist die Allantois eine unmittelbare Ausstülpung der Keimblase und geht da von ihr ab, wo die Nabelblase in das untere bereits abgeschnürte Ende des Embryo übergeht. Nach *Bischoff's* Beobachtungen ist die erste Anlage der Allantois früher vorhanden, als der Darm gebildet ist und noch ehe eine Spur der Wolff'schen Körper sich zeigt. Sie erscheint als eine Wucherung der Visceralplatten des Schwanzes, und zwar als eine noch nicht hohle Zellenmasse, in welcher aber schon ein grosser Gefässreichthum (die Nabelgefässe) sich entwickelt hat. Später, wenn sie sich zur Blase gestaltet hat, tritt sie mit dem Darme und dem Ausführungsgange der Wolff'schen Körper in Zusammenhang. Wie dies aber geschieht, konnte *B.* bis jetzt nicht beobachten. Wenn sich die Allantois deutlich zur Blase gestaltet hat, wächst sie rasch (und mit ihr die sich auf ihr verzweigenden Nabelgefässe) und bald über den Embryo hinaus, bis sie die innere Fläche des Chorion erreicht und dann in manchen Thieren zwischen Chorion und Amnion um den ganzen Embryo herumwächst, in andern nur eine birn- oder wurstförmige Blase bildet. Dadurch nun, dass sich die Bauchspalte bis auf die Nabelöffnung schliesst, entstehen 2 Abtheilungen der Allantois, von denen sich die eine im Eie, die andere im Embryonalkörper befindet. Die letztere, kleinere bildet sich zur **Harnblase** aus und der mittlere, durch den Nabel tretende, zu einem Kanale verengerte Theil ist der **Urachus**. Der ausserhalb des Embryo, im Eie befindliche peripherische Theil der Allantois wird bald zum wichtigsten Gebilde des Eies, und zwar deshalb, weil sich an ihm Gefässe (die *vasa umbilicalia*) zum Mutterkuchen erstrecken (s. später bei Entwickelung des Säugethier-Embryo). — An und für sich ist die Allantois ohne Blutgefässe, es erstrecken sich aber an ihr die 2 *arteriae umbilicales* bis zur innern Fläche des Chorion *(exochorion)*, bilden sich in dieses hinein (vorzüglich in die Zotten) und stellen die Placenta *(placenta foetalis)* dar. Diese Hüftnabelgefässe vergrössern sich am Exochorion bedeutend und breiten sich in einem reichen Netze an der innern Fläche desselben aus; diese Netze sind durch Zellstoff mit einander verbunden und werden von *Burdach* für eine eigene oder innere Lamelle des Exochorions angesehen und *endochorion*, **Gefässblatt**, benannt. — In der Höhle der Allantois befindet sich eine Flüssigkeit, *liquor allantoidis*, welche anfangs wasserhell und von süsslichem, fadem Geschmacke ist, im Laufe der Schwangerschaft aber gelblich und gelb- oder braunröthlich wird und einen ekelhaften ammoniakalischen Geruch und bittern Geschmack annimmt. Sie enthält nach *Lassaigne* (in der Kuh im 5.—8. Monate): Eiweissstoff, viel Osmazom, Mucus, Milchsäure, Allantoissäure (reagirt deshalb sauer), salzs. Ammoniak, milchs., phosphors., salzs. und viel schwefels. Natron, phosphors. Kalk und phosphors. Bittererde. Bei dem Menschen, wo mehrere Schriftsteller (vorzüglich *Pockels*) die Anwesenheit der Allantois ganz leugnen, Andere die *tunica media* dafür ansehen oder das Nabelbläschen deren Stelle vertreten lassen, scheint sie nur in der frühesten Zeit und sehr klein vorhanden zu sein, auch nicht zur Aufnahme des abgesonderten Harns, sondern wohl mehr zur Ernährung des Embryo zu dienen. Anstatt der Allantois ist ein anderes Bläschen, die

Vesicula erythroides von *Pockels* entdeckt worden, welche aber wahrscheinlich die Allantois selbst ist. Er beschreibt sie als eine plattgedrückte, länglich birnförmige, milchweisse, durchscheinende Blase, deren breites Ende auf dem Amnion über dem Embryonalkörper hinaus liegt, deren schmäleres Ende in die Bauchseite desselben einmündet. In Eiern von 8 bis 12 Tagen ist sie ungefähr 3mal so lang, als der Embryo, in der 4. Woche dagegen nicht mehr sichtbar.

Die Entwickelung der Allantois in den verschiedenen Ordnungen der Säugethiere ist sehr verschieden. So wächst sie bei den Wiederkäuern und Dickhäutern so stark, dass sie das Nabelbläschen ganz verdrängt und den ganzen innern Raum der äussern Eihaut einnimmt. Ja sie sprengt dieselbe noch an ihren beiden Enden und wächst ein beträchtliches Stück über dieselben hinaus. Der von seinem Amnion umschlossene Embryo liegt so in der Mitte des Eies zwischen der äussern Eihaut und der Allantois, welche von einer Seite über ihn weggeht. Nach *v. Baer* trennt sich dann das Gefässblatt der Allantois vom Schleimblatte; ersteres legt sich an die äussere Eihaut und vereinigt sich mit ihr, während letzteres dann noch für sich als gefässlose Blase die Allantois darstellt. *Bischoff* konnte diese Trennung nicht wahrnehmen; doch lösen sich die Gefässe ganz von der Allantois ab und bilden sich durch eine gallertartige Zwischensubstanz hindurch nach der äussern Eihaut herüber. Wo die Allantois über das Amnion hinweggeht, legen sich ebenfalls die Gefässe der erstern an letzteres an. — Bei den Fleischfressern wendet sich die Allantois bei ihrem Wachsen, zwischen Chorion und Amnion, nach der rechten Seite des Embryo und drängt denselben nach und nach mit der auf seiner linken Seite liegenden Nabelblase ganz an die eine Seite des Eies, so dass sie mit ihrem einen Blatte über den in seinem Amnion liegenden Embryo und die Nabelblase herübergeht, mit dem andern Blatte aber sich rund herum an die innere Fläche des Chorion anlegt (mit ihren Gefässen) und sich hinter dem Embryo wieder erreicht. — Bei den Nagern legt sich die Allantois nur an der der Mesenterialanheftung des Uterus entsprechenden Stelle des Chorion an, während die Nabelblase an dem übrigen Theile des Chorion anliegt.

b. Die **mittlere Haut,** *membrana media Hobokenii*, ist der metamorphosirte gallertartige, netz- oder glasförmige Körper oder der dem Eiweisse analoge, gelatinöse Stoff (die Eiweissschicht) zwischen Chorion und Amnion. Dieser Stoff, durch welchen die das Endochorion bildenden Nabelgefässe von der Allantois aus zum Exochorion hindurch treten und ihm zahlreiche Zweige abgeben, nimmt nämlich im Laufe der Schwangerschaft eine veränderte, membranartige Gestalt an und verharrt so während des ganzen Fruchtlebens. Diese mittlere Haut wird von *Meckel* für den Ueberrest der Allantois angesehen.

c. Der **Mutterkuchen,** *placenta,* dessen Bau vorzüglich durch *Weber's* Untersuchungen aufgeklärt wurde, ist das Product der Ineinanderbildung des Chorion und der Allantois, des Exochorion und Endochorion *(placenta foetalis)* und der innigen Contiguität (durchaus aber nicht Continuität) dieser Theile mit den bestimmten Productionen des Uterus (der *placenta uterina s. membrana decidua*). Er stellt in dem ausgebildeten Zustande eine länglichrunde, sehr gefässreiche, kuchenförmige, etwas gekrümmte Masse von 6—8″ Länge, 1—1½″ Dicke und 1—1½ Pfund Schwere dar, welche mit ihrer äussern convexen Oberfläche im Muttergrunde und zwar meistens nach hinten und etwas nach rechts oder links ansitzt (weil hier das Ei bei seinem Austritte aus der Tuba festgehalten wird und die Blutgefässe mehr von der Seite und von hinten in den Uterus treten), mit ihrer innern concaven Fläche aber das obere stumpfe Ende des Eies umfasst. Er besteht aus 2 Portionen, aus dem Mutterkuchen und dem Fruchtkuchen.

α) Der **Mutterkuchen,** *pars uterina placentae s. placenta uterina*, ist der am Fruchtkuchen anliegende und die Zotten des Chorion in den Mündungen seiner Uterindrüsen aufnehmende Theil der *membrana decidua*, also der von verlängerten und erweiterten Uterindrüsen, neuen Bindegewebsfasern und neugebildeten Blutgefässen durchsetzten Uterinschleimhaut selbst. Die Wände der im Mutterkuchen sich verbreitenden Gefässe bestehen nur aus der innern Gefässhaut und sind deshalb sehr zerreissbar. Die Venen bilden vielfach mit einander communicirende Netze (eine Art Blutzellensystem) und werden um so weiter, je tiefer sie zwischen die Läppchen des Fruchtkuchens eindringen. Die dickeren Venen, welche aus dem Uterus in die *placenta uterina* eintreten, haben an dieser Uebergangsstelle den Durchmesser eines Gänsefederkiels, die dünneren den eines Taubenfederkiels. Man *(Weber)* hat beobachtet, dass die feinsten Uterinarterien nicht in eben so feine Anfänge der Uterinvenen übergehen, sondern dass diese letzteren sogleich Kanäle von einem sehr be-

deutenden Durchmesser darstellen. *Eschricht* behauptet dagegen, dass die in dem Mutterkuchen sich verbreitenden *artt.* und *vv. uterinae* daselbst unter einander durch ein eben so feines, ja noch feineres Haargefässsystem, als die Nabelgefässe verbunden wären. So kämen also 2 Haargefässnetze, das der Mutter und das des Kindes, mit einander in Berührung, während nach *Weber* das Haargefässnetz des Kindes an den weiten Venenreiserchen der Mutter anliegt.

β) Der **Fruchtkuchen**, *pars foetalis placentae s. placenta foetalis*, bildet sich (nach *Bischoff*) anfangs dadurch, dass die mit der Allantois aus dem Embryo hervortretenden Nabelgefässe sich an der dem Uterus anliegenden Seite des Eies in das Chorion hinein und durch dasselbe hindurch in die hier befindlichen Zotten hineinbilden. Die Zotten wachsen nun an dieser Stelle fort und fort, indem sie immer mehr seitliche Aestchen und Reiserchen aussenden, so dass jede als ein dicht gedrängtes Bäumchen zu betrachten ist. In jede Zotte tritt ein Stämmchen und in jedes Aestchen geht auch eine Schlinge der Nabelarterien mit hinein. Die feinsten Gefässreiserchen biegen dann schlingenförmig um und gehen in entsprechende Venenreiserchen über. Diese Gefässschlingen sind aber meist nicht einfach, sondern ein und dasselbe Haargefäss schlängelt sich mehrmals hin und her und bildet mehrere Schleifen, welche wieder durch Communicationszweige in Verbindung stehen. Das eigentliche Parenchym der Zotte ist bei der starken Gefässausbildung sehr gering geworden und macht eigentlich nur noch eine Scheide der Gefässe aus, so dass daher die Zotten fast nur als Gefässbüschel zu betrachten sind. Diese einzelnen Zotten, welche meistens innig unter einander vereinigt sind, indem ihre Aestchen in einander greifen, zuweilen aber auch in viele einzelne Läppchen (Cotyledonen) geordnet sind, von denen ein jedes einen grössern Ast der *art.* und *ven. umbilicalis* enthält, wachsen in die erweiterten Mündungen der Uterindrüsen hinein, so dass das Blut des Fötus von dem der Mutter nur durch den weichen, dünnen Stoff der Zotten und die dünne Haut der Uteringefässe getrennt ist. Beide stehen also in dichtester Berührung, ohne dass doch ein Uebergang des Blutes selbst stattfinden kann.

Die Wirkungsart der Placenta scheint nach *Weber* darauf zu beruhen, dass der Blutstrom des Embryo an dem der Mutter auf eine solche Weise vorbeigeleitet werde, dass jedes Blutkörnchen des Embryo, während es sich durch die Placenta bewegt, mit dem Blute der Mutter längere Zeit in sehr innige mittelbare Berührung komme. Dieses wird dadurch bewirkt, dass sich der Blutstrom des Embryo in unzählige höchst enge, nur eine Reihe von Blutkörperchen durchlassende Kanälchen theilt, während der Blutstrom der Mutter in sehr weiten dünnwandigen Kanälen strömt, in welche die Zotten der *placenta foetalis* wie Quasten hineinhängen und vom vorbeiströmenden Blute der Mutter umspült werden. Indem nun das Blut des Kindes durch die haarfeinen Enden dieser Zotten strömt, kann es vermuthlich, durch die äusserst dünnen und feuchten Wände der engen und langen Haargefässe hindurch, eine Anziehung auf gewisse im Blute der Mutter befindliche Substanzen äussern und diese hereinziehen, und umgekehrt kann auch ohne Zweifel der Blutstrom der Mutter durch die nämlichen dünnen Wände hindurch eine Anziehung auf gewisse im Blute des Embryo befindliche Substanzen ausüben und dieselben in sich aufnehmen. — Die Placenta hängt vermittelst eines Stranges, des Nabelstranges, mit dem Embryo zusammen.

d. Der **Nabelstrang**, die **Nabelschnur**, *funiculus umbilicalis*, ist dasjenige Gebilde, welches von dem Leibe der Frucht (und zwar um so weiter nach hinten, je jünger der Embryo ist; erst gegen den 6. Monat von der Mitte des Bauches aus), nach der Ausbildung der Placenta, zu dieser als ein gleichmässig dicker (meist wie der kleine Finger), 15—20" langer, gewöhnlich schraubenförmig links gewundener Strang verläuft. Seine Einpflanzung in die Placenta ist in der Regel nicht in der Mitte derselben und senkrecht, sondern schräg und mehr seitlich, dem Rande näher. Anfangs ist der Nabelstrang sehr kurz und dick und nicht gewunden, nach und nach verlängert er sich aber und nimmt die erwähnten Eigenschaften an. Er tritt erst dann (gegen das Ende des 1. Monats) deutlicher hervor, wenn 1) der Embryo sich vollkommen von der Keimblase abgeschnürt hat und diese dadurch zur Nabelblase geworden ist, die nur noch durch ihren bald obliterirenden Stiel *(ductus omphalo-mesaraicus)* und die *vasa omphalo-mesaraica* mit

dem Embryo in Verbindung steht; und wenn 2) die Allantois nicht mehr als Blase, sondern nur noch als ein obliterirter Strang vorhanden ist, an welchem die beiden Nabelarterien und die eine Nabelvene an das Chorion zur Bildung der Placenta hinzutreten. Der Nabelstrang wird aus folgenden Theilen zusammengesetzt.

α) Eine äussere, durchsichtige Hülle oder Scheide, *vagina funiculi umbilicalis*, welche durch die in die Haut des Embryo übergehende Einstülpung des Amnion gebildet wird.

β) Die Nabelgefässe, *vasa umbilicalia*, d. s. eine sehr starke Vene, *vena umbilicalis* (s. Bd. I. S. 419), welche sich aus der *placenta foetalis* zur Pfortader begibt, und 2 dünnere Arterien, *artt. umbilicales* (s. Bd. I. S. 389), welche von den *artt. hypogastricis* des Embryo entspringen und sich spiralförmig von links nach rechts, meist 28 Mal, um die Nabelvene windend zum Fruchtkuchen erstrecken. — Die Arterien haben keine sichtbaren *vasa vasorum*, keine elastische und Zellgewebshaut, sondern nur die innerste Haut; die Vene ist ohne Klappen.

γ) Ein weisser, mehr oder minder deutlicher Faden, die Fortsetzung des Urachus, ein Theil der früher vorhandenen Allantois, welcher aber bald ganz verschwindet.

δ) Der Faden der Nabelblase, der frühere *ductus omphalo-mesaraicus*, mit der *art.* und *ven. omphalo-mesaraica*, welcher in der spätern Zeit sehr oft auch resorbirt ist.

ε) Eine gallertartige, die genannten Theile verbindende Masse, Wharton'sche Sulze, *gelatina Whartoniana*, welche nach aussen mit der Eiweissschicht, nach innen mit dem Schleimgewebe der Bauchdecken des Embryo zusammenhängt. Sie ist durchsichtig, halbflüssig und nie mit Fett versehen; getrocknet und aufgeblasen stellt sie ein schwammiges Gewebe dar. Von ihrer Menge, welche sich gegen das Ende der Schwangerschaft verringern soll, hängt die Dicke des Nabelstranges (ein fetter oder magerer) ab.

ζ) Lymphgefässe will *Fohmann* neuerlich im Nabelstrange gefunden haben, allein die meisten und genauesten Untersuchungen sprechen dagegen.

η) Nerven (5—7 feine Fäden) sah neuerlich *Schott* aus dem linken Lebergeflechte an die hintere Seite der Nabelvene treten und ein Geflecht auf ihr bilden, von dem Aestchen zum Nabelringe und zur Leber verfolgt werden konnten. Die Nabelarterie erhielt meist nur einen einzigen Nerven, beim männlichen Fötus aus dem Mastdarmgeflechte, bei dem weiblichen aus dem Uteringeflechte. Dieser Faden konnte im Nabelstrange ungefähr 1—1½" weit verfolgt werden. Es lassen sich demnach die Nerven des Nabelstranges wohl nicht mehr bezweifeln.

ϑ) In der frühesten Zeit befindet sich auch ein Theil des Darmkanals im Nabelstrange.

Wenn der Embryo geboren ist, werden als **Nachgeburt** folgende Theile aus der Gebärmutter ausgestossen: *a)* Reste der *membrana decidua vera, reflexa* und *serotina; b)* das *chorion; c)* die mittlere Haut, der Ueberrest der Eiweissschicht; *d)* das Amnion; *e)* das Nabelbläschen, meistens; *f)* die Placenta und *g)* der Nabelstrang.

Entwickelung des Vogel-, Säugethier- und Menschen-Eies und des Embryo.

Die Entwickelung des Embryo, d. h. die normale Ausbildung der Fruchtanlage kann von 2 Gesichtspunkten aus angesehen werden. *a)* Entweder hält man diese Naturerscheinung für die Folge der immer sich erneuernden Anlagerung von Bildungsstoffen an die Fruchtanlage überhaupt, welche durch die eigene Kraft des Embryo zu neuen Or-

ganen umgewandelt werden; — oder *b)* man sieht die Fruchtanlage als in mehrere Blätter getheilt an, welche auf verschiedene Weise nach bestimmten Gesetzen sich falten, an Masse und Ausbildung zunehmen und so die einzelnen Körpertheile darstellen. Diese letztere Betrachtungsweise ist ein Product der neuern Zeit und zuerst von *Döllinger* und dessen Schüler *Pander* angeregt, von *v. Baer, Rathke* und *Burdach* weiter ausgebildet worden. Sie trennen den Keim der Wirbelthiere in 3 Blätter. Nach oben und aussen liegt das sogenannte seröse, nach unten und innen das Schleimblatt, zwischen beiden bildet sich im Laufe der Entwickelung das Gefässblatt aus (doch ist noch nicht gewiss, ob dieses als gesondertes Blatt anzunehmen ist). Das seröse Blatt gibt den sogenannten animalen Organen und Hülfsorganen ihre Entstehung, d. h. Hirn, Rückenmark, Sinne, Haut, Muskeln, Sehnen, Bänder, Knorpel und Knochen; das Schleimblatt den vegetativen, d. h. Darmkanal, Lungen, Leber, Milz, Pancreas u. a. Drüsen. Aus dem Gefässblatte entstehen Herz und Gefässsystem; ob die Geschlechtstheile dem Schleim- oder Gefässblatte angehören, ist zur Zeit noch ungewiss. Die Elemente, welche beim Entwickelungsprocesse auftreten, sind Zellen (s. S. 145).

Da die Schwierigkeiten, menschliche und Säugethier-Eier in ihrer ersten Entwickelung zu untersuchen, so sehr gross sind, die Vermuthung aber, dass der erste Process der Bildung des Menschen und der Säugethiere dem der Entwickelung des Vogels ganz gleich sei, mehr als wahrscheinlich ist, so ist das Studium des Vogelembryo für die Entwickelungsgeschichte des Menschen von ganz besonderem Werthe. Neuerlich ist durch ***Bischoff*** die Entwickelung des Säugethier-Eies und des Embryo genauer erforscht und so auch das Dunkel über die Entwickelung des menschlichen Eies und des Embryo bedeutend aufgehellt worden.

Bau des gelegten, unbebrüteten Vogeleies. Das Vogelei wird zunächst von 2 Schalen umgeben; *a)* die äusserste Schale, blos Schale, *testa*, genannt, ist hart, kalkig (fast ganz aus phosphorsaurem Kalke bestehend), ohne Poren, aber doch Luft und in Folge der Brütewärme auch wässerige Bestandtheile in Dunstform durchlassend. An ihrer innern Fläche liegt — *b)* die Schalenhaut, *membrana testae*, welche aus 2 Blättern besteht, von denen das äussere mit kleinen warzen- oder zottenartigen Fortsätzen in Grübchen der innern Fläche der Schale festhängt, das innere Blatt glatt und dem Eiweisse zugekehrt ist. Am stumpfen Ende des Eies weichen beide Blätter aus einander und lassen den sogenannten Luftraum zwischen sich, der erst nach dem Legen des Eies entsteht und sich bei längerem Liegen oder beim Bebrüten sehr vergrössert. Die Schalenhaut umgibt — *c)* das Eiweiss, *albumen*, welches wieder den Dotter umgibt und mit diesem den Nahrungs- oder Bildungsstoff des Embryo ausmacht. Die äussere Schicht des Eiweisses ist dünnflüssiger, die innere dagegen dickflüssiger und zäher. Diese letztere Eiweissschicht haftet an — *d)* der Dotterkugel, dem Dotter, *vitellum*, welcher sich durch einen grossen Fettgehalt und eine gelbe Farbe auszeichnet, aus sehr vielen Körnern (Zellen) besteht und in eine dünne, durchsichtige, etwas schillernde, structurlose Membran, die Dotterhaut, *cuticula vitelli*, eingeschlossen ist. Da die Dotterkugel etwas leichter als das Eiweiss ist, so liegt sie, man mag das Ei drehen wie man will, immer dem nach oben gehaltenen Theile der Schale etwas näher. Im Mittelpunkte

des Dotters befindet sich eine Art Höhle (Centralhöhle), welche mit hellerer Dottermasse ausgefüllt ist; von ihr geht ein mit derselben Masse gefüllter Kanal gegen die Oberfläche zum Keime. (Hierher ist nämlich das Keimbläschen, welches früher im Mittelpunkte des Dotters lag, getreten und liegt daselbst in einer circulären, heller gefärbten Schicht des Dotters, welche Keimschicht, *stratum proligerum*, Keimscheibe, *discus proligerus*, oder Dotterscheibe, *discus vitellinus*, genannt wird.) An der äussern und den Polen des Eies zugekehrten Oberfläche des Dotters findet man — *e)* die Hagelschnüre, *chalazae*, d. i. ein Paar aus geronnenem Eiweisse gebildete, aus zarten Fasern bestehende, spiralig gedrehte Fäden, eigentlich eine zusammengedrehte zarte Haut, welche die Dotterkugel als Haut der Hagelschnüre, *membrana chalazifera*, enge umgibt und dann als die genannten Schnüre trichterförmig und spiralig gegen beide Pole des Eies ausläuft. Zuweilen läuft ein weisser Streif, Gürtel, *zona*, bindenartig quer über den Dotter, von einer Hagelschnur zur andern, der aber nicht beständig und ohne besondere Bedeutung ist. — *f)* Der Hahnentritt, die Narbe, *cicatricula*, liegt dicht unter der Dotterhaut, an einer bei geöffnetem Eie immer nach oben gekehrten Seite, und schimmert als ein scheibenförmiger, weisser Fleck durch. Er hat eine äussere convexe, an der Dotterhaut anliegende, und eine innere, dem Dotter zugekehrte Oberfläche. Er ist der einzige Theil am Eie, welcher während der Entwickelung wächst und seine Gestalt durch Wachsthum verändert, der feste Punkt, von welchem die Bildung ausgeht und der sich auf Kosten des Dotters und Eiweisses so vergrössert, dass er endlich den Dotter von allen Seiten umwächst und in sich einschliesst. Dieser Hahnentritt besteht zu oberst aus dem Keime, der Keimscheibe, *blastos*, d. i. eine $1\frac{1}{2}$—2‴ grosse, scheibenförmige, membranartige, leicht zerfliessende, und anfangs der Dotterhaut etwas anklebende Schicht, in welcher früher das Keimbläschen eingebettet war und woraus am Anfange der Bebrütung die Keimhaut, *blastoderma s. membrana germinativa* entsteht. Im Centrum ist der Keim etwas heller und durchsichtiger und lässt den an der innern concaven Oberfläche des Hahnentritts befindlichen Keimhügel, *cumulus proligerus*, auch Kern des Hahnentritts, *nucleus cicatriculae s. blastodermatis (Pander)*, oder ungeformte Keimschicht, *stratum proligerum (Baer)*, genannt, durchscheinen. Dieser Hügel ist eine lockere, weissgelbliche, etwas konisch geformte und in den Dotter hineinragende Körnerschicht, die aber bald verschwindet. Zwischen dem Keimhügel und Keime ist einiger Raum, der mit Flüssigkeit ausgefüllt ist, welche mit dem Kanale der Centralhöhle in Verbindung zu stehen scheint. Am Rande der Keimscheibe bemerkten *Prévost*, *Dumas* und *Baer* 2 zirkelförmige, weissere Linien, *halones*, welche durch enge Zwischenräume von einander getrennt waren.

A. Entwickelung des Vogelembryo; nach *Baer* und *Wagner*.

I. Periode (von 2 Tagen); vom ersten Entstehen des Embryo bis zur Ausbildung des ersten Kreislaufs.

1) Bald (in den ersten Stunden) nach dem Anfange der Bebrütung trennt sich der Keim zuerst mehr vom Dotter und dann auch von der Dotterhaut, bekommt ein mehr hautartiges Ansehen, wird zur Keimhaut, und der zwischen Keim und Keimhügel befindliche Raum wird etwas grösser.

2) Um die 6. oder 8. Stunde zeigt sich in der nun blattförmig gewordenen Keimhaut eine Sonderung vom Centrum nach der Peripherie. Die *halones*, Hofringe, im Umfange vergrössern sich und stellen kreisförmige, im Dotter sich bildende Wälle dar, zwischen denen Furchen, mit dünner Flüssigkeit gefüllt, sich finden. Im Centrum der Keimhaut entsteht ein heller, ringförmiger, etwa 1‴ grosser Fleck, der durchsichtige Fruchthof, *area pellucida s. germinativa*, um welchen herum die Keimhaut etwa 1‴ breit dunkler wird (der zukünftige Gefässhof, *area vasculosa*). Es lässt sich jetzt schon eine Sonderung der Keimhaut in 2 Schichten (Blätter der Keimhaut) wahrnehmen, die sich aber erst später trennen und dann noch eine mittlere Schicht (Gefässblatt) zwischen sich nehmen. Die obere Schicht (welche bei weiterer Entwickelung zur Hautoberfläche des Embryo wird und den animalen Organen ihre Entstehung

gibt) nennt man das **seröse** oder **animalische Blatt**; es beschränkt sich mehr auf den durchsichtigen Fruchthof; die untere Schicht (welche zur innern Oberfläche des Speisekanals und seiner Anhänge wird) heisst das **Schleim-** oder **vegetative Blatt** und erstreckt sich weiter zur Peripherie, bis über den Gefässhof hinaus. Während dieser Vorgänge rückt die Dotterkugel, da das Eiweiss über der Keimhaut schwindet, der Schalenhaut näher; die Dotterhaut ist über der Keimhaut mehr gewölbt.

3) Nach 12—15 Stunden hat sich die **Keimhaut** ganz von der Dotterhaut gelöst, der **Fruchthof** (nun 2''') hat eine längliche oder birnförmige Gestalt angenommen, ebenso ist der dunklere **Gefässhof** länglich geworden und die Keimhaut erstreckt sich als blattförmiges Gebilde unbestimmt über ihn hinaus in die Halonen, welche bald unregelmässiger werden. Dieser äussere Theil der Keimhaut heisst der **Dotterhof**, *area vitellina*. Jetzt trennt sich auch das seröse von dem Schleimblatte und zwischen beiden entsteht eine neue Schicht (gegen die 16.—20. Stunde erst deutlich), das **Gefässbatt** genannt, weil sich in ihr das Blut und die Gefässe bilden. Schon um die 14. Stunde erscheint in der Mitte des Fruchthofs (in der Längenachse desselben und in der Querachse des Eies) das erste **Rudiment des Embryo**, als ein zarter, weisser, 1½''' langer Längsstreifen, **Primitivstreifen**, *nota primitiva*, genannt, unter welchem man noch deutlich den Keimhügel durchschimmern sieht. Der Primitivstreifen ist wahrscheinlich die Uranlage des Gehirns und Rückenmarks, erhebt sich etwas über die Fläche des Fruchthofs und ist vorn, am zukünftigen Kopfe des Embryo, dicker, nach hinten läuft er dünner aus. Er ist anfangs ein Aggregat von dunkleren Körnchen, verflüssigt sich aber bald mehr und stellt dann eine Schicht zarter durchsichtiger Masse dar.

4) Gegen die 16.—18. Stunde erheben sich symmetrisch gegen die Mittellinie des Primitivstreifens und parallel mit ihm die **Rückenplatten**, **Spinalplatten**, *laminae dorsales* (Primitivfalten *Pander's*), d. s. ein Paar sanft abgerundete Wülste, welche nach vorn und hinten divergiren, in der Mitte sich am meisten einander nähern und nach aussen zu sich abdachen. Zwischen diesen 2 wulstförmigen, auf der gewölbten Oberfläche des Keimes emporragenden Rändern des Primitivstreifens bleibt nun eine Rinne, über welche die Dotterhaut von einem Wulste zum andern hingespannt ist und auf deren Boden der Primitivstreifen liegt. Indem die Rückenplatten mit ihrer obersten Kante sich einander nähern und später selbst zusammenwachsen, entsteht aus der Rinne ein röhrenförmiger Kanal für das Rückenmark. Unter der Rinne erscheint die **Rückensaite**, **Spinalsaite**, **Wirbelsaite**, *chorda dorsalis s. vertebralis s. spinalis*, als ein sehr feiner Längsstreifen, mit einer durchsichtigen Scheide umgeben; beide bilden die spätere Knorpelsäule, aus welcher dann die in einzelne Wirbelkörper zerfallende Wirbelsäule wird.

5) In der 19.—24. Stunde krümmt sich der Embryo mit seinen Rückenplatten nach vorn um, indem er hier eine sichelförmige durchscheinende Falte bildet, die zukünftige **Kopfkappe**. Der Fruchthof ist jetzt länger und mehr geigenförmig, die Kanten der Rückenplatten scheinen da, wo sie sich einander am meisten nähern (in der Brustgegend), etwas wellenförmig gebogen und hier zu beiden Seiten derselben kommen 3—4 dunkle, fast 4eckige Plättchen, die zukünftigen **Wirbelbogen**, zum Vorscheine. Die Rückenplatten legen sich nun an einander und so schliesst sich nun über der Rückensaite der Kanal; vorn weichen sie aber stärker aus einander um das Gehirn zu bilden, ebenso hinten, an dem zukünftigen Kreuzbeine. Die Umschlagsfalte (zukünftige Kopfkappe) ist weiter nach hinten gerückt; Gefäss- und Schleimblatt folgen dieser Einbiegung, wodurch der Anfang des Speisekanals entsteht, welcher sich jetzt nur als eine Einsenkung an der Dotterseite des Schleimblattes zeigt. Der Embryo liegt wie ein flaches Boot (**kahnförmiger Körper**, *carina*) auf der Keimhaut, dessen hohle Seite dem Dotter, die convexe der Dotterhaut zugekehrt ist. Das breite Ende dieses kahnförmigen Körpers wird später zum Kopfe, das schmale Ende zum Steisse des Embryo, die hohle Seite wird zu den Bauch-, Brust- und Gesichtshöhlen, die convexe zum Rücken.

6) In der 24.—36. Stunde erhebt sich der Embryo (jetzt 3''' lang) beträchtlicher über den Fruchthof, die vordere Falte am breiten Ende (**Kopfkappe**) rückt noch weiter nach hinten, und am hintern schmalen Ende bildet sich eine ähnliche, anfangs auch nur sichel- oder halbmondförmige Falte (die zukünftige **Schwanzkappe**). Auch die Ränder des kahnförmigen Körpers fangen nun an sich einzuschlagen, wodurch der nächste, unmittelbar mit den Rändern zusammenhängende Theil des Fruchthofes nach innen gezogen wird, so dass äusserlich eine den kahnförmigen Embryo umgebende Rinne sichtbar ist, über welche sich die Dotterhaut hinwegspannt. Die 4eckigen Wirbelbogenblättchen haben an Zahl zugenommen, indem sich vorn und hinten neue entwickelt haben; ihre Zahl beträgt in der 36. Stunde 10—12 Paare. Um diese Zeit weichen die Rückenplatten vorn (am breiten Ende) weiter aus einander und bilden 3 nicht scharf von einander abgegränzte Zellen. Die vorderste grösste Zelle ist nach vorn zugespitzt und nach unten gebogen; sie ist für die **Sehhügel** und die Schenkel des **grossen Gehirns** bestimmt und hat seitlich weite gebogene Buchten, welche die erste Bildung der Augen bezeichnen. Die mittlere kleinere Zelle ist für die **Vierhügel**, und die hintere kleinste für das **verlängerte Mark** bestimmt. Nach aussen von den Rückenplatten und Wirbelbogenblättchen wuchert das seröse Blatt und verdickt sich; es biegt sich zu gleicher Zeit von beiden Seiten etwas nach innen; in ihm erscheinen ebenfalls dunkle Blättchen, d. s. die Anfänge der Querfortsätze und Rippen (die sogen. **Bauchplatten**, *laminae ventrales*, Visceralplatten *Burdach's*, *fasciae abdominales Wolff's*, Bauchfalten *Pander's*). Diese Bauchplatten breiten sich mehr nach der Fläche aus, biegen sich nach unten um und convergiren, um die Seitenwandungen der Bauchhöhle zu bilden und diese zu schliessen. Da das Gefäss- und das Schleimblatt den Krümmungen und Abschnürungen des serösen Blattes folgen, so schieben sie sich vorn unter den Kopf des Embryo, wodurch die **vordere Grube für den Speisekanal** (*fovea cardiaca* bei *Wolff*) tiefer wird. Von dieser Bucht schlagen sich beide Blätter wieder mehr nach hinten und biegen sich dann wieder nach vorn, um in die Fläche der Keimhaut fortzugehen. Dieser Theil der Keimhaut bedeckt also, wenn man den Embryo von unten betrachtet, dessen Kopf und heisst daher **Kopfkappe**, *involucrum capitis*. — Mit diesen Veränderungen

im serösen Blatte gehen folgende im **Gefässblatte** vor sich. Der **Gefässhof** wird grösser und rundlicher; an seinem äussern Kreise drängen sich dunklere Gruppirungen zusammen, es erscheinen einzelne inselartige Punkte, zwischen denen Risse entstehen, die bald confluiren und Rinnen bilden, die sich zu Maschen verbinden; in ihnen sieht man eine helle, noch ungefärbte oder blassgelbe Flüssigkeit, das **Blut**, sich bewegen. Die **Halonen** verlieren sich bald ganz. Im Centrum des Gefässblattes, unter dem durchsichtigen Fruchthofe und dem serösen Blatte des Embryo, verdickt sich das Gefässblatt und wird dunkler, das **Herz** entsteht hier als ein etwas wellenförmig gebogener Schlauch, welcher das seröse und Schleimblatt aus einander treibt. Es nimmt die ganze Länge von der Umschlagsstelle der Keimhaut bis zum andern Kopfende des Embryo ein und wird also, von unten gesehen, von dem die Kopfkappe mitbildenden Theile des Schleimblattes bedeckt. Bei weiterer Ausbildung sieht man das Herz von der untern Seite des Embryo, als hinten breiteren, vorn einfach und unbestimmt auslaufenden Schlauch, der hinten in 2 oder 3 Schenkel ausläuft; dies sind die zukünftigen grossen **Venenstämme**, welche jetzt noch unbestimmt in die Keimhaut sich verlieren. Schon sieht man undulirende Bewegungen, rhythmische Contractionen des Herzens und es bewegt sich in ihm ein ähnliches helles Blut, wie in der Peripherie.

7) In der 36.—50. Stunde schliessen sich die Rückenplatten in ihrer ganzen Länge; der Kopf krümmt sich mehr nach unten, ebenso der Schwanz; Kopf- und Schwanzkappe biegen sich wieder gegen den Rücken zu um; die Augenbuchten schnüren sich stärker von der vordern Hirnzelle ab; die Vierhügelzelle vergrössert sich und aus der Zelle des verlängerten Markes erhebt sich blasenförmig das Gehörorgan, auch ist häufig schon im vordern Theile der letztern Zelle eine besondere Abschnürung für das kleine Gehirn bemerklich. Das Rückenmark ist eine seitlich zusammengedrückte Röhre. — Im **Gefässblatte** sammelt sich an der Peripherie das Blut in einen circulären Sinus *(sinus terminalis)* oder ein Ringgefäss (die zukünftige *vena terminalis*), das **Herz** im Centrum des Gefässblattes treibt bald die Bauchplatten wie ein Keil auseinander und bildet so einen Bruch hinter der Umschlagsstelle der Keimhaut zur Kopfkappe; hier senken sich die Venenstämme ein, welche das Blut aus der Peripherie des Gefässblattes in das Herz führen. Das **Herz** selbst hat anfangs die Gestalt eines geraden, dann gebogenen Kanales, der unter dem sich zum Gehirn entwickelnden Kanale für das Rückenmark verläuft und sehr bald sich rhythmisch zu contrahiren anfängt. Der Kanal spaltet sich an seinem obern und untern Ende in 2 Sckenkel; die obern gehen in einem Bogen innerhalb des Kopfendes des Embryo dicht vor dem Kanale für das Rückenmark nach abwärts und vereinigen sich in einen Stamm, der sich sich sehr bald wieder in 2 theilt, welche sodann vor der sich bildenden Wirbelsäule abwärts laufen, allmälig sich in seitlich unter rechten Winkeln in die Ebene der Keimblase (des Gefässblattes) übergehende Aestchen zertheilen und endlich am Schwanzende des Embryo verlieren. Die untern Schenkel des Herzkanals treten da zu beiden Seiten in die Ebene der Keimblase und des Gefässblattes über, wo diese selbst in das von ihr sich erhebende Kopfende des Embryo übergehen. Zwischen dem nach unten und oben in seine Schenkel auslaufenden Herzkanale und dem *sinus terminalis* bildet sich vermittels des zwischenliegenden Gefässnetzes bald der erste Kreislauf aus. Das Blut nimmt allmälig eine rothe Färbung an; der Fruchthof ist noch biscuitförmig. — In der Peripherie weicht das seröse Blatt schon stärker von den darunter liegenden Blättern der Keimhaut ab, indem es sich im ganzen Umkreise in eine Falte erhebt, die rasch wächst. Der ganze Embryo krümmt sich stärker; die Vierhügelzelle bildet sein vorderes oberes Ende (denn die vordere Hirnzelle liegt ganz nach unten); der Schwanz schlägt sich stärker ein und es entsteht hier eine der *fovea cardiaca* entsprechende Einsenkung, so dass nun zwischen beiden die Verdauungshöhle als eine tiefe Rinne entsteht, die aber gegen den Dotter immer noch offen steht uud aus diesem Bildungsstoff empfängt.

II. Periode (vom 3.—5. Tage); von der Ausbildung des ersten Kreislaufs bis zu der des zweiten Kreislaufs.

In dieser Periode bildet sich der Kreislauf in den Dottergefässen vollkommen aus, der Harnsack tritt hervor, erreicht die Schalenhaut und es bildet sich so der zweite Kreislauf, während der erste, nachdem er am Ende des 4. Tages seine höchste Blüthe erreicht hat, anfängt zu verkümmern. Der Embryo schnürt sich in dieser Periode vollkommen von der Keimhaut ab und hüllt sich in peripherische Productionen derselben ein. Am 3. Tage fangen die Organe an sich zu bilden und die ganze Form des Embryo gestaltet sich selbstständiger.

1) **Seröses Blatt.** Die **Rückenplatten** nehmen an Masse zu und die Wirbelanlagen (Wirbelplatten) vermehren sich in ihnen nach vorn und hinten. Im Umfange der **Wirbelsaite** entstehen die ersten knorpeligen Anlagen der Wirbelkörper; sie fliessen nach oben mit den Wirbelbogenplatten zusammen und schliessen nach unten den Rückenmarkskanal und umfassen die Knorpelsäule (Scheide) der Wirbelsaite. Gegen den 5. Tag fängt die Wirbelsaite an zu schwinden. Das **Rückenmark** zerfällt in 2 Hälften, von denen jede wieder einen obern und einen untern Strang hat. Am 5. Tage bemerkt man zuerst die Anschwellungen für die zukünftigen Extremitäten; schon am 4. die ersten Anlagen der **Hirnhüllen**. Am **verlängerten Marke** bildet sich durch Auseinanderweichen der obern Stränge die 4. Hirnhöhle und über dieser nach vorn das **kleine Gehirn** als Anschwellung. Die Vierhügelzelle springt mehr hervor und kehrt sich mit der vermehrten Kopfkrümmung des Embryo immer mehr nach unten; vor ihr bilden sich in der unpaaren, frühern vordersten (jetzt mittlern) Hirnzelle die **Grosshirn-**

schenkel und die Sehhügel; die jetzige vorderste Hirnzelle ist paarig und enthält die Hemisphären. Der Sehnerv tritt als Blase zwischen der mittlern und vordersten Hirnzelle heraus, in welche sich die äussern Bedeckungen (der äussere Theil des serösen Blattes) zur Bildung des Augapfels sackförmig nach innen stülpen und äusserlich einen Wulst bilden, der sich nach unten als Spalte öffnet, die sich später schliesst. Der Gehörnerv entsteht als Blase aus dem verlängerten Marke; der Riechnerv aus Ausstülpuug an der Basis der Hemisphärenzelle. — Die Bauchplatten, so weit sie blos aus dem serösen Blatte gebildet sind, scheiden sich in eine oberflächlichere, dünne Lage, welche sich oberhautartig in der Peripherie des Embryo an der tiefern Lage ablöst (nachdem sie sich vorn als Kopfkappe, hinten als Schwanzkappe und an den Seiten als Seitenkappe umgeschlagen hatte) und von allen Seiten her erhebt, um in einer elliptischen Falte (deren vorderer Theil auch die Kopfscheide, *vagina capitis*, der hintere die Schwanzscheide, *vagina caudae*, und der seitliche die Seitenscheiden, *vaginae laterales*, heissen) gegen den Rücken des Embryo zu convergiren und endlich (am Ende des 4. Tages) in einer Narbe über dem Lendentheile des Embryo zu verwachsen. So ist nun der Embryo in eine vollkommene Blase, d. i. die Schafhaut, *amnion*, gehüllt, welche mit Flüssigkeit gefüllt ist. Das obere Blatt der Falte deckt die ganze Keimhaut und umwächst den Dotter als seröse Hülle, *vesica serosa* (*Pander's* falsches Amnion). Die untere Schicht der Bauchplatte bildet die Bauchwände und die den Hals und Rumpf ausmachenden Knochen und Muskeln. — Mit diesem serösen Blatte bildet das unter ihm liegende Gefässblatt die nun zu beschreibenden Productionen. Zu beiden Seiten unter der Wirbelsäule entsteht ein senkrecht vorspringendes Blatt, welche sich zu den Gekrösplatten, *laminae mesentericae*, verdicken, zwischen denen anfänglich eine offene Rinne, die Lücke des Gekröses (*Wolff's* Darmrinne), bleibt. Beide Gekrösplatten schieben das Schleimblatt vor sich her und vereinigen sich bald unter spitzigem Winkel in einer Naht, *sutura*. Nach der Vereinigung beider Gekrösplatten wächst das Gekröse am stärksten hinter der Mitte des Leibes und theilt so die Bauchhöhle in 2 Hälften. Am Anfange des Speisekanals bilden sich in den hier convergirenden Bauchplatten die Kiemenbogen. Indem sich nämlich hier die Leibeswand verdünnt, senken sich mehrere (4 Paare, nach *Reichert* nur 3) Spalten (Kiemenspalten, wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem Respirationsapparate der Fische) in der Halsgegend ein, welche penetriren und bis durch das Schleimblatt dringen. Die zwischen ihnen liegenden 3, vorn abgerundeten, gegen die Verdauungshöhle zu ausgeschweiften, sichelförmigen Abschnitte der Bauchplatten sind nun die Kiemenbogen. Sie verdicken sich, die vorderste Kiemenspalte schliesst sich und der vorderste Kiemenbogen verbindet sich mit dem der andern Seite zum Unterkiefer, vor welchem sich die Bauchplatte zum Oberkiefer umbildet, welcher anfangs auch aus 2 Hälften besteht, die erst später mit einander und mit dem zwischen den Augen vortretenden Stirnfortsatz verschmelzen. Auch die beiden letzten Kiemenspalten schliessen sich und der Kiemenbogen bildet sich zum Zungenbeine um. In den hinter den Kiemenbogen liegenden Theilen der Bauchplatten bilden sich die Grundlagen der Rippen und an ihrer äussern Seite erheben sich in der zweiten Hälfte des 3. Tages die Extremitäten als schmale Leisten, die mehr nach oben rücken und sich bald in rundliche und später gestielte Blätter mit einem breitern schaufelförmigen Ende verwandeln.

2) Gefässblatt. Hier bildet sich zunächst der Dotterkreislauf aus; das Herz zeigt sich unter dem Kopfe des Embryo aus 3 sich abwechselnd contrahirenden Abtheilungen, aus der Vorkammer, der Herzkammer und dem Aortenbulbus (*fretum Halleri*) bestehend. Es zieht sich mehr nach hinten, schiebt sich mehr zusammen und biegt sich schlingenförmig um; zuerst beugt es sich links, später nach rechts; die kanalförmige Herzkammer wird rundlicher, spitzt sich unten zu und liegt dann mehr nach rechts, während die Vorkammer sich stärker abschnürt und nach links liegt. Die Einschnürung zwischen Aortenzwiebel und Herzkammer wird stärker; am 4. Tage bildet sich die Muskelmasse des Herzens und eine Scheidewand in der Vor- und Herzkammer; die beiden Zipfel, in welche sich schon am 3. Tage die Venen einsenkten, werden zu den Herzohren. Die Aortenzwiebel theilt sich nun in 4 Paar Gefässbogen, welche hinter den Kiemenbogen liegen und sich auf jeder Seite an der Wirbelsäule zu einer Aortenwurzel vereinigen; diese beiden Wurzeln fliessen weiter hinten in die Aorta zusammen. Am 4. Tage verschwindet das 1. Paar der Gefässbogen allmälig und obliterirt, das 2. Paar wird schwächer; es bildet sich aber jederseits ein 5. Bogen aus, der am 5. Tage stärker wird, während der 2. verschwindet, so dass nun jederseits 3 ziemlich gleich starke Gefässbogen vorhanden sind. Aus den Aortenwurzeln lösen sich die Carotiden, später die Vertebralarterien ab, und in der Aortenzwiebel erfolgt eine Theilung in 2 Gänge. Die Aorta gibt nun (am 4. Tage) deutlich Gefässe zwischen die einzelnen Wirbelabtheilungen ab, theilt sich dann und gibt 2 Hauptäste, welche in querer Richtung abgehen und in vielen Aesten ein schönes Netz auf der Keimhaut bilden. Die Aorta läuft dann getheilt, später einfach an der Wirbelsäule fort, gibt eine Gekrösarterie und spaltet sich dann in 2 Aeste, welche sich auf der Allantois verzweigen. Fast gleichzeitig bildet sich auch ein die Arterien begleitendes Venensystem aus, doch gehen die Venen parallel mit der Längenachse des Embryo, während die Arterien quer gegen den *sinus terminalis* gerichtet sind. Es gibt eine untere, stärkere, links liegende Vene und eine oder 2 obere Venen, welche das Blut aus dem Gefässhofe zum Herzen bringen. Das Hohlvenensystem bildet sich im Körper des Embryo früher aus als das Arteriensystem, und das Pfortadersystem sondert sich schon am 4. Tage deutlich und verzweigt sich in der Leber. Ganz eigenthümliche, nur dem Fötus angehörige, transitorische Gebilde sind die jetzt entstehenden Wolff'schen Körper.

Der Kreislauf auf der Keimhaut ist also ein Dotterkreislauf; aus dem Embryo kommt das Blut durch die 2 queren Nabelgekrösarterien oder Dotterarterien, *artt. vitellariae s. omphalo-mesaraicae*, in den Gefässkreis, *sinus terminalis*, aus dem es dann durch die 4 Venenstämme, Nabelgekrösvenen oder Dottervenen, *venae vitellariae s. omphalo-mesaraicae*, in das

Herz zurückkehrt. Die feinsten Arterien und Venenenden communiciren unter einander und bilden ein schönes Netz mit rhomboidalen Maschen.

Wolff'sche Körper, Primordialnieren, sind ein Erzeugniss des Gefässblattes, wobei aber auch das seröse Blatt Theil zu nehmen scheint. Sie erscheinen zuerst in der zweiten Hälfte des 3. Tages als ein Paar schmale, dicke Streifen, in dem Winkel zwischen der Gekrös- und Bauchplatte, längs der Wirbelsäule, von der Herzgegend bis zur Allantois. Sie zeigen schon jetzt abweichende Erhabenheiten und Einschnitte und einen Längenkanal. Am 4. Tage enthalten sie hohle Blinddärmchen, die sich am 5. Tage gewunden darstellen und mit dem Längenkanale zusammenhängen. An der innern Seite dieser Körper entwickeln sich die Hoden oder Eierstöcke als schmale Streifen.

3) Schleimblatt. Die Metamorphosen dieses Blattes beginnen jetzt mit der Bildung des Darmkanals. Nachdem es nämlich früher unter der Kopfkappe die *fovea cardiaca Wolff's (s. aditus anterior ad intestinum, Baer)* gebildet hatte, senkt es sich unter die Schwanzkappe als *foveola inferior Wolff's (s. aditus posterior, Baer)*. Durch die stärkere Krümmung des Embryo und das Wachsen der Bauchplatten werden beide Gruben trichterförmig. Fast gleichzeitig mit dem Durchbrechen der Kiemenspalten verdünnt sich die Stelle zwischen dem vordern Kopfende und Herzen; Mund und Rachenhöhle brechen ein und es entsteht eine freie Communication zwischen der *fovea cardiaca* und der Amnionhöhle; der After bildet sich dagegen weit später. Den Gekrösplatten ähnlich entstehen senkrecht nach unten 2 Darmplatten, *laminae intestinales*, so dass zwischen beiden ein offener, mit dem Dotter communicirender Kanal, die Darmrinne, bleibt, welche nach vorn trichterförmig gegen die Rachenhöhle, nach hinten in den Mastdarm ausläuft. Sie verengt sich und zieht sich bald in einen Kanal aus, welcher in das peripherische Schleimblatt als Darmkanal übergeht und den Dotter ganz umwächst. Aus dem Darmkanale stülpen sich nun folgende Gebilde aus: die Lungen als divertikelartiges Beutelchen aus der Speiseröhre nach unten und hinten, welches sich bald mehr von der Speiseröhre abschnürt und in einen Stiel (Luftröhre) auszieht; der Magen als eine längliche Anschwellung des Darmes. Hinter ihm erweitert sich der Darm und läuft trichterförmig gegen den Dotter und ebenso gegen den Mastdarm, der noch blind endigt. Der Dickdarm gränzt sich gegen den Dünndarm durch die Entstehung paariger Divertikel, der Blinddärme, ab. Die Leber entsteht am Darmkanale aus 2 kleinen hohlen Höckerchen, in welchen venöse Gefässnetze entstehen (Pfortadersystem); das Pancreas stülpt sich zwischen den Leberlappen als ein kleines Höckerchen in das Gefässblatt; die Milz erscheint als ein kleines blutrothes Körperchen und am 5. Tage bildet sich die Dünndarmschlinge. In der ersten Hälfte des 3. Tages erhebt sich aus dem Afterdarme ein blasenartige Hervorstülpung, der

Harnsack, *allantois*, der beutelförmig in die Schwanzkappe hineinwächst und sie hebt. Er ist äusserlich mit einer Schicht des Gefässblattes bedeckt, welches er bei der Ausstülpung mitnimmt. Am 4. Tage wächst der Harnsack rasch, drängt sich durch die Schwanzkappe und zieht sich in einen hohlen Stiel *(urachus)* aus; sein Gefässblatt zeigt Verästelungen der Aorta. Am 5. Tage ist die Allantois eine (gegen 5''', fast wie der Embryo) grosse, aus dem Nabel des Embryo hervorgetretene, gestielte Blase, die sich nach der rechten Seite gewendet hat, hier zwischen der Gekrös- und Bauchplatte durchgedrungen ist und zwischen dem Amnion und der serösen Hülle liegt.

III. Periode (vom 6. — 21. Tage); von der Entwickelung des Kreislaufs im Harnsacke bis zur Enthüllung des Embryo.

Oeffnet man zu Anfange dieser Periode das Ei, so findet man: das Eiweiss über dem Embryo ganz geschwunden, so dass dieser an der Schalenhaut anliegt; die Dotterhaut ist sehr dünn und zerreisslich, und wird bald ganz aufgelöst; der Luftraum am stumpfen Pol ist grösser geworden; die Keimhaut breitet sich über den ganzen Dotter aus, das Schleimblatt hat denselben fast ganz umwachsen und bildet darum eine sackförmige Hülle, den Dottersack; das Gefässblatt hat fast 2 Drittel des Dotters umwachsen, der Gefässkreis, *sinus terminalis*, ist bald nur ein Saum der Peripherie des Gefässhofs und verschwindet bald ganz, später schwinden die Venen, dann die Arterien des Gefässblattes der Dotterhaut. Der Harnsack wächst aber äusserst rasch und bildet am 6. Tage eine grosse, abgeplattete Blase, welche am 7. Tage schon fast die doppelte Grösse erreicht und sich um die rechte Seite des Embryo so herumgeschlagen hat, dass sie diesen mit dem Amnion ganz bedeckt und nach oben mit ihrer gefässreichsten Seite sich dicht an die seröse Hülle anlegt, welche dadurch vollends vom Amnion entfernt wird. Nach dem Zerreissen der Dotterhaut zieht sich das Eiweiss gegen den spitzigen Pol des Eies; es ist viel consistenter geworden, während im Dotter die Dotterkugeln abgenommen haben und derselbe weniger zähe und dünnflüssiger geworden ist. Der Embryo liegt mehr gegen den stumpfen Pol des Eies und zeigt schon am 6. Tage die ersten Bewegungen.

Metamorphosen am 6. und 7. Tage. — *a)* Seröses Blatt. Es bilden sich die Dornfortsätze und die Anlagen der Rippen werden deutlicher; die Gehirn- und Rückenmarkshäute lassen sich bald als doppelte Hüllen unterscheiden und die einzelnen Hirntheile bilden sich mehr aus. Das Auge und Ohr nähert sich seiner Ausbildung und die Nasengrube verlängert sich nach unten in einen Nasengang, der zwischen Oberkiefer und Stirnfortsatz, welche sich nun verbunden haben, liegt. An den Extremitäten lässt sich der sehr kurze Oberarm und Oberschenkel unterscheiden, und an Hand und Fuss zeigt sich die Anlage der Finger. Das Amnion fällt sich mehr und rückt am Nabel mehr zusammen, so dass es sich in einen Nabelstrang auszieht, in welchem der Stiel des Harnsacks *(urachus)* und eine Darmschlinge liegt; der Hals entwickelt sich deutlich und die Unterkiefer verlängern sich schnabelförmig. — *b)* Gefässblatt. Das Herz schiebt sich zusammen, scheidet sich in seine Räume und nimmt überhaupt seine spätere Form an; der Herzbeutel bildet sich; die Aortenzwiebel zieht sich bogenförmig aus, entspringt aus beiden Kammern und theilt sich in 2 Kanäle. Aus der Aorta entspringen jederseits nur noch 2 Gefässbogen und rechts noch ein mittlerer, asymmetrischer 3. (die künftige *aorta descendens*). Dieser und die beiden vordern Bogen sind die spätern Hauptäste der Aorta und werden durch den Blutstrom aus der linken Kammer gefüllt; die beiden hintern Bogen erhalten am 7. Tage ihr Blut aus der rechten Kammer und sind die künftigen Lungenarterien. Sämmtliche Bogen gehen in die absteigende Aorta über. In den Wolff'schen Körpern werden die Blinddärmchen länglicher und gewundener, sie sondern deutlich ab und münden mit ihrem langen gemeinschaftlichen Ausführungsgange in die Kloake. Zwischen den Blinddärmchen liegen die als kleine Pünktchen sichtbaren Gefässknäuelchen (den Malpighischen Nierenkörperchen sehr ähnlich). Hinter und über den Wolff'schen Körpern erscheinen an der Wirbelsäule die Nieren, welche dann am äussern Rande dieser Körper hervorwuchern; über ihnen entwickeln sich als selbstständige Gebilde die Nebennieren. Die Hoden oder Ovarien erscheinen als kleine weissliche Körperchen am innern Rande der Wolff'schen Körper. Die Gefässe des Harnsacks entwickeln sich sehr stark; sie werden zu den Nabelgefässen (2 Arterien und 1 Vene). — *c)* Schleimblatt. In diesem wachsen die bereits gebildeten Theile; hinter der schon gebildeten Schlinge für das Duodenum bildet der Dünndarm eine eben so lange und enge Schlinge, welche ganz ausserhalb der Bauchhöhle im Nabelstrange liegt und hier durch einen feinen, kurzen Gang, den Dottergang, *ductus vitello-intestinalis*, mit dem Dotter in Verbindung steht.

Metamorphosen vom 9.—11. Tage. — *a)* Seröses Blatt. Die Hemisphären des Gehirns vergrössern sich sehr, das kleine Gehirn bildet sich in seinem Wurmtheile aus; im Rückenmarke treten die beiden Anschwellungen hervor; die Faserung im Gehirn und Rückenmark wird deutlich; die Muskelstraten und Nerven entwickeln sich; die Federbälge sprossen hervor. — *b)* Gefässblatt. Im Herzen und in der Aortenzwiebel tritt die Scheidung deutlich hervor; aus der rechten Kammer entspringen die hintersten Kiemengefässbogen, welche schon kleine Lungenarterienstämmchen abgeben und dann nach hinten in die Aorta treten. Die Wolff'schen Körper werden kleiner und kürzer, ihr Ausführungsgang länger; die Hoden und Ovarien bilden sich mehr aus und differenziren sich nun erst morphologisch; die Allantois überwächst den Embryo immer mehr. An dem Dottersacke bilden, besonders an der untern Fläche, die Venen wulstförmige, geschlängelte Gefässe und erscheinen sehr gelb gefärbt *(vasa lutea)*. — *c)* Schleimblatt. An der Leber wird die Gallenblase deutlich und aus der Kloake stülpt sich die *bursa Fabricii*; die übrigen Gebilde des Schleimblattes nähern sich immer mehr ihrer Ausbildung.

Metamorphosen am 11.—21. Tage. Zu Ende der 2. Woche sprossen die Epithelialgebilde hervor: die Verknöcherung beginnt, die Muskeln bilden sich mehr aus; es entwickeln sich die Augenlider und das Trommelfell. Die Wolff'schen Körper schwinden, die Geschlechtstheile dagegen wachsen. Der Darm macht ausserhalb des Nabels mehrere Windungen, steht aber durch den Dottergang mit dem Dottersacke fortwährend in Verbindung; der Harnsack umwächst den ganzen Embryo, die seröse Hülle schwindet. Zu Anfange der 3. Woche tritt der Embryo aus der Querachse des Eies immer mehr in die Längenachse; der Kopf legt sich meist unter den rechten Flügel. Der Harnsack umgibt den Embryo als eine continuirliche Hülle, welche dicht an der Schalenhaut anliegt und nun *chorion* heisst. Der Dottersack fällt immer mehr zusammen, Eiweiss und Amniosflüssigkeit schwinden mehr und mehr; die Windungen des Darmes werden aus dem Nabelstrange in die Bauchhöhle gezogen und damit zugleich mittels des Dotterganges der Dotter, wobei das Schleim- und Gefässblatt des Dottersackes folgt, während das seröse Blatt wuchert und sich von den beiden andern Blättern ablöst. Doch wird nicht der ganze Dottersack mit hineingezogen, sondern nur ein Theil, der sich in der Unterleibshöhle ausbreitet, während der übrige Theil von dem sich schliessenden Nabelring abgeschnürt wird. Der Dottergang ist ziemlich weit und entspringt trichterförmig vom Darme; noch lange nach der Geburt ist hier ein kleines Divertikel des Dünndarms (oder ein Blinddärmchen) vorhanden. Die Communication mit dem Dotter obliterirt zuletzt als ein feines Fädchen, an dem nicht selten ein gelbes Knötchen, als letzter Dotterrest, zurückbleibt.

Enthüllung des Embryo. Schon 2 Tage vor dem Auskriechen hört man zuweilen das Vögelchen piepen, wenn nämlich das Chorion (Allantois) zerriss und der Schnabel mit dem Luftraume in Berührung trat. Durch die heftigeren Bewegungen des Embryo entstehen Sprünge in der Schale, welche noch mit dem Schnabel aufgepickt wird, wozu derselbe eine kleine, harte, hornige Spitze hat, die nachher wieder abfällt. Gewöhnlich dauert die Arbeit einen halben Tag; endlich wird der obere Theil der Schale aufgehoben, der Embryo streckt die Füsse aus, zieht den Kopf unter dem Flügel hervor, richtet sich auf und verlässt die Schale. Die Reste des Chorions und Amnions, welche bei dem geschlossenen Nabel nicht mehr ernährt werden können, verwelken, fallen ab und bleiben in der Schale zurück.

B. Entwickelung des Säugethiereies und Embryo; nach *Bischoff*.

Nachdem (s. vorher S. 776) die Zotten an der äussern Hülle des Kaninchen- und Hundeeies mit der Schleimhaut des Uterus in innigere Verbindung getreten waren und die Keimblase mit der äussern Eihülle sich vereinigt hatte, bestand der birnförmige Fruchthof (an der Mesenterialseite) aus dem serösen und Schleimblatte, einem dunklern Ringe (welcher sich sowohl im serösen als Schleimblatte auszeichnet und von *B.* der dunkle Fruchthof, später Gefässhof, *area vasculosa*, genannt wird), und aus einem von demselben eingeschlossenen, ebenfalls im serösen und Schleimblatte bemerkbaren helleren Hofe (d. i. der durchsichtige Fruchthof, *area pellucida*), in dessen Längenachse sich ein hellerer Streifen zeigte, zu dessen beiden Seiten ein paar dunklere Ansammlungen bemerkbar waren. Der Unterschied des dunklen und hellen Fruchthofs wird nur dadurch hervorgebracht, dass in ersterem das Bildungsmaterial von Zellen und Zellenkernen dichter angehäuft ist, als in dem hellen. Der hellere Streif in der Längenachse des durchsichtigen Fruchthofs, d. i. der Primitivstreifen, *nota primitiva*, welchen *Baer* als eine erhabene Linie und als die Uranlage des Rückenmarks betrachtet, ist nach *Reichert* und *Bischoff* eine Rinne oder Furche (also besser Primitivrinne), die nach *B.* nur im serösen Blatte entwickelt ist. Zu beiden Seiten des Primitivstreifens erheben sich nach *Baer* sehr bald ein paar Wülste (nach *Reichert* und *Bischoff* nur flächenhafte dunkle Ansammlungen, d. s. die Rückenplatten, *laminae dorsales*), aus denen sich später die Wirbelsäule bildet; etwas später verdickt sich das seröse Blatt auch nach aussen von den Platten und bildet ein paar nach unten gegen die Höhlung der Keimblase convergirende Wülste (die aber *Bischoff* nicht bemerken konnte), d. s. die Bauch- oder Visceralplatten, *laminae ventrales s. abdominales* (die zukünftigen Seitenwandungen des Körpers). Am Boden der zwischen den Rückenplatten befindlichen Rinne, an der Stelle des Primitivstreifens bildet sich ein feiner, aus dunklen Kügelchen bestehender Streifen (die Rücken- oder Wirbelsaite, *chorda dorsalis*, *v. Baer*). Nach *Reichert* befinden sich dagegen schon am Anfange zu beiden Seiten der Primitivrinne 2 membranartige Ansammlungen, Zellenschichten, welche zusammen eine ovale Fläche formiren und die Primitivrinne zwischen sich lassen; sie sollen die Urhälften des centralen Nervensystems sein und später zusammenfliessen, während Rücken und Leibeswandungen einen besondern Ursprung haben. Nach *Bischoff* sind diese flächenhaften (nicht wulstartigen) dunklen Ansammlungen wirklich die Anlage des Embryokörpers und verändern zuerst mit dem durchsichtigen Fruchthofe ihre ovale Gestalt in eine birnförmige, dann in eine biscuit- oder guitarrenförmige. Nun nähern sie sich mit ihren freien Rändern über der Rinne einander, vereinigen sich (zuerst an der schmalsten Stelle) und bilden so einen Kanal, der etwas später an seinem einen Ende blasenartig (d. i. der Kopf) anschwillt und hier bald 3 hinter einander liegende Ausbuchtungen bildet, während das andere Ende (Schwanende) lanzettförmig ausläuft; an dem Kanale lagert sich unter Entwickelung von Zellen das Material für Rückenmark, Gehirn und seine Häute ab. Zu beiden Seiten des Kanales erscheinen nun die zukünftigen Wirbelbogen als kleine dunkle 4eckige Plättchen; die Aussenwände der Ansammlungen biegen sich nach unten und bilden den Anfang der vordern Leibeswandungen (Bauchplatten). Ist das Kopfende des Embryo entstanden, so fängt es auch sogleich schon an, sich über die Ebene der Keimblase zu erheben, gleichsam von ihr abzuschnüren (indem sich der Kopf- und Halstheil der Visceralplatten von vorn nach hinten schliessen), und zugleich sich in einem fast rechten Winkel vorn über zu beugen (Kopfkappe). Da das Schleimblatt hier dem serösen fest anliegen bleibt, so wird es in die Höhle des Kopfendes (d. i. *fovea cardiaca Wolff's*, der obere Theil der Visceralröhre nach *Bischoff*) mit hinein gezogen. — Zwischen dem serösen und Schleimblatte beginnt nun die

Ablagerung und Entwickelung einer Schicht von Zellen, die sich membranartig an einander legen (d. i. das Gefässblatt) und zu Gefässen und Blut ausbilden. Die Entwickelung des Gefässblattes ist aber nicht über die ganze Peripherie der Keimblase ausgedehnt, sondern geht nur bis an den äussern Rand des dunklen Fruchthofs, der sich aber unterdessen erweitert hat. An der Peripherie des Gefässblattes bildet sich ein Kreisgefäss, der *sinus* und später die *vena terminalis,* aus; von demselben bis zum Embryo entwickelt sich ein doppeltes, sich in ihm vereinigendes und wieder aus ihm hervorgehendes Gefässnetz. Innerhalb des Embryo bildet sich das Herz als ein anfangs gerader, später gebogener Kanal (s. vorher S. 787).

Bildung des Amnion und Chorion. — Während dieser Vorgänge sieht man das seröse Blatt der Keimblase sich rund herum um seinen zum Embryo entwickelten Centraltheil, vorzüglich aber an dessen Kopf- und Schwanzende, in einer Falte erheben, welche nach und nach von oben, von unten und von den Seiten über dem Embryo herüberwächst und deren Ränder daher endlich über dem Rücken des Embryo zusammenstossen werden. Das innere Blatt dieser Falte (das Amnion), welches anfangs dem Embryo ganz dicht anliegt, später aber durch Flüssigkeit (d. i. der *liquor amnios*) von ihm getrennt wird, muss also einerseits unmittelbar mit dem Embryo im Zusammenhange stehen, und hinten, an seinen Seiten und vorn an der Erhebungsstelle des Kopfendes über die ganze Keimblase in ihn übergehen. Das äussere Blatt der Falte wird natürlich mit seinem äussern Theile unmittelbar in den übrigen peripherischen Theil des serösen Blattes der Keimblase übergehen, welches sich der Stelle des Embryo gegenüber bereits mit der äussern Eihaut verbunden hat. Beide Blätter der Falte liegen anfangs ganz dicht auf einander, und wenn sich endlich ihre Ränder über dem Rücken des Embryo in einem Punkte berühren (wodurch das Amnion geschlossen wird), so werden sie hier an einander haften. Allein es sammelt sich bald Flüssigkeit zwischen dem Gefäss- und Schleimblatte und dem von dem innern Blatte der Amnionfalte umhüllten Embryo einerseits, und dem ganzen serösen Blatte, von welchem das äussere Blatt der Amnionfalte nur ein Theil ist, andererseits, und trennt beide von einander zuletzt auch in dem Schlusspunkte der Amnionfalte. Das hierdurch rund herum abgelöste seröse Blatt der Keimblase legt sich jetzt auch in seiner ganzen übrigen Peripherie an die äussere Eihaut *(zona pellucida)* an, verschmilzt mit dieser und beide bilden so das Chorion, die Schalen- oder Lederhaut. Alle diese Vorgänge erfolgen innerhalb der ersten 24 Stunden, nachdem die Primitivrinne aufgetreten ist.

Bildung des Nabelbläschens, der Allantois und des Mutterkuchens. — Nachdem nun das Amnion und Chorion gebildet ist, fängt der Embryo an, sich unter Entwickelung des Darmrohrs immer mehr von der Keimblase (vom Schleim- und Gefässblatte) abzuschnüren, wobei das Schwanzende desselben durch stärkeres Wachsen und auf gleiche Art, wie das Kopfende, die Schwanzkappe (mit dem untern Theile der Visceralhöhle) bildet, während sich auch die Seitenränder des mittlern Theiles der Visceralplatten einander nähern, so die Darmrinne bilden und endlich von oben und unten gegen die Mitte hin bis auf eine Oeffnung (d. i. der Darmnabel) verwachsen. Durch diese Oeffnung steht der mittlere Theil der Visceralhöhle oder Darmrinne, in welcher sich durch Ablösung des Gefäss- und Schleimblattes vom serösen das Darmrohr bildet, mit der noch vorhandenen und aus dem Schleim- und Gefässblatte bestehenden Keimblase, die nun Nabelblase, *vesicula umbilicalis*, genannt wird und auf der sich 1 oder 2 in den Embryo führende Venen und 1 Arterie *(vasa omphalo-mesaraica)* verbreiten, im Zusammenhange; der Verbindungstheil zwischen beiden zieht sich kanalartig aus, d. i. Nabelblasen- oder Dottergang, *ductus omphalo-mesentericus s. vitello-intestinalis.* Zugleich neigen sich auch die vordern Ränder der Visceralplatten unter Bildung der Brust- und Bauchwandungen gegen einander und bilden, indem sie sich um den Nabelblasengang zusammenziehen,

den Hautnabel, eigentlichen Nabel, von dessen Peripherie das Amnion seinen Ursprung nehmen muss, da sie die Trennungsstelle zwischen dem serösen Blatte einerseits und dem Gefäss- und Schleimblatte andererseits ist. — Während Schleim- und Gefässblatt sich unter Entwickelung des Darmrohres als Nabelblase vom Embryo abzuschnüren anfangen, kommt an dem untern, bereits abgeschnürten Ende des Embryo eine kleine, anfangs rundliche, später birnförmige gefässreiche Blase hervor, d. i. die Allantois oder Harnhaut (s. vorher S. 779). Diese Blase wird bald einer der wichtigsten Theile des Eies. Während nämlich das Ei bis dahin sein Bildungs- und Ernährungsmaterial nur allein mittels Enosmose durch die äussere Eihaut hindurch aufgenommen hat, so wird von nun an den Gefässen der Allantois *(vasa umbilicalia)* das wichtige Geschäft der Aufnahme der Ernährungsstoffe aus der Mutter übertragen. Die Allantois mit ihren Gefässen wächst nämlich schnell gegen die äussere Eihaut, legt sich an dieselbe an, verwächst mit ihr, und ihre Gefässe gehen nicht nur an dieselbe herüber, sondern verlängern sich meistens auch noch in deren an der äussern Seite unterdess entwickelten Zotten. Ihnen gegenüber entwickelt sich dann auch die Schleimhaut und das Gefässsystem des Uterus, und indem beide Gefässsysteme in innige Verbindung treten, bilden sie den Mutterkuchen (s. vorher S. 781). Nachdem nun die Allantois und durch sie die Placenta gebildet ist, sind alle wesentlichen Theile des Eeies entwickelt, und dasselbe schreitet nur noch in seiner Vergrösserung und der Ausbildung des Embryo fort.

C. Entwickelung des Menschenembryo.

Von der ersten Bildung des menschlichen Eies und Embryo lässt sich nur aus den fragmentarischen Beobachtungen früher menschlicher Eier (von *Thomson*, *Wagner*, *Coste*), sowie aus der Entwickelung der Vögel und Säugethiere eine zusammenhängende Darstellung geben. Denn es zeigt sich die grösste Uebereinstimmung in der Entwickelung des menschlichen Eies mit dem der übrigen Säugethiere.

Das Ovulum hat, sobald es in den Uterus getreten ist, schon beträchtlich an Grösse zugenommen; die Körnerscheibe *(discus)* um das Chorion hat sich gelöst; dieses selbst hat sich ausgedehnt und ist dünner geworden. Die Dotterkugel schwillt an, wird aber dünnflüssiger; die oberflächliche Körnerlage des Dotters bekommt eine hautartige Consistenz, wird zur Keimhaut, *blastoderma*, welche den ganzen Dotter umwächst und an einer Stelle einen dunklern kreisförmigen Fleck (Embryonalfleck) trägt, welcher wie die Keimhaut selbst, aus einem Aggregate von Körnern (Zellen mit Zellenkernen) besteht, sich etwas schildförmig erhebt, indem er dicker als die übrige Keimhaut ist, und bald in der Mitte etwas heller wird, während sich im Umkreis die Körner wall- oder ringförmig dichter gruppiren. Dieser Fleck ist diejenige Stelle, von welcher die Bildung des Embryo ausgeht. Zwischen dem Chorion und der Keimhaut scheint durch Einsaugung sich eine dünne Lage Eiweiss (s. S. 777) gebildet zu haben. Ob diese äussere Eihaut zugleich die äusserste bleibt und sich zum *chorion frondosum* umbildet (was am wahrscheinlichsten ist), oder ob sich um dieselbe noch eine zarte Haut, als äussere Eihaut, *exochorion*, herumlegt, ist zweifelhaft. *Bischoff* glaubt, dass, wie bei dem Eie der Säugethiere (s. vorher S. 791), so auch bei dem des Menschen, das Chorion noch immer dieselbe Hülle ist, welche in dem Eierstocke den Dotter als *zona pellucida* umgibt, aber verbunden mit der serösen Hülle der Keimblase. Die Eier liegen jetzt noch ganz lose im Uterus und sind von der runden Form in die ovale übergegangen.

Erste Entwickelung des Embryo. Sie geschieht von dem Keimflecke aus, und ganz der des Vogel- und Säugethier-Embryo (s. vorher) analog. Im Keimflecke entwickelt sich zuerst in der Mitte der durchsichtige

Fruchthof *(area pellucida s. germinativa)*, von birnförmiger Gestalt, in ihm der Primitivstreifen *(nota primitiva)*. Nach aussen umgibt den Fruchthof der noch aus grössern Körnchen bestehende Gefässhof *(area vasculosa)*; die von der Keimhaut umschlossene Dotterblase löst sich mehr von dem glatten Chorion. Der Embryo gibt sich nun zunächst als Verdickung des serösen Blattes (mit den Rückenplatten und der Rückensaite) zu erkennen, welches sich von dem Schleimblatte löst. Bei weiterer Entwickelung des Embryo, welche wie die Bildung der serösen Hülle und des Amnions jedenfalls auf ähnliche Weise wie beim Vogel- und Säugethierembryo vor sich geht, sprossen auf der äussern Wand des Chorion deutlich Zotten hervor *(chorion frondosum*, s. S. 776); die seröse Hülle hebt sich vom Amnion ab; die Dotterblase ist ausser dem Schleimblatte vom Gefässblatte umwachsen; die Allantois drängt sich zwischen Amnion und seröser Hülle vor; der Embryo krümmt sich immer stärker und schliesst sich mehr vom Dotter ab. Der Eiweissraum innerhalb des Chorion vergrössert sich; die seröse Hülle wird im Eiweissraume durch das wachsende Amnion gegen die innere Wand des Chorion gedrängt und bildet wahrscheinlich zum Theil die sogenannte *membrana media* (s. S. 781). Das Amnion umhüllt den Embryo bald ganz als weite Blase; am Chorion drängen sich die Zotten an der Stelle mehr zusammen, wo sich die Allantois anlegt und so den Fruchtkuchen bildet (s. S. 782); die Allantois hat sich als lange gefässreiche Blase entwickelt, die am Chorion da ansitzt und mit ihm verschmilzt, wo die Placenta entsteht, später aber, sobald sie die Nabelgefässe an die Uterinseite des Chorion geleitet hat, in ihrem Wachsthume zurückgeht, verschwindet und sich in einen Strang verwandelt, in welchem sich die Stämme der Nabelgefässe befinden; der Dotter stellt eine gestielte birnförmige Blase, das Nabelbläschen (s. S. 778), dar, an der die Gefässe *(vasa omphalo-mesaraica)* verkümmert sind. Zu Anfange des 3. Monats sieht man den Muttermund mit einem starken zottigen Gallertpfropf gefüllt; darüber ist die *decidua* gewöhnlich offen.

In der Entwickelungsgeschichte des Embryo lassen sich mit *Burdach* die folgenden Zeiträume annehmen. Ueber die Entwickelung der einzelnen Gewebe und Organe des Embryo sehe man diese.

I. Zeitraum. Begreift den Zustand, welcher ungefähr 15 Tage nach der Befruchtung eintritt, indem an dem grösser gewordenen und weiter entwickelten Eie die Keimhaut sich scheidet und die Grundlage oder der Vorläufer (Primitivstreifen) des sensiblen Centralorgans und seiner Hüllen als die erste bestimmte Gestaltung hervortritt, alsbald aber auch das Amnion sich bildet. Unstreitig geht dieser Zustand sehr schnell, vielleicht in einem Tage, vorüber.

II. Zeitraum (von der 3.—5. Woche, Grösse des Eies 10—15‴). Der Embryo, welcher jetzt gegen 3‴ lang und gr. j—jjj schwer ist und aus einer gleichförmigen, graulich weissen, körnigen, halbdurchsichtigen, sulzigen Masse besteht, begränzt sich durch Erlangung eigener Wandungen gegen das Ei; an ihm erscheinen der Darm mit dem Nabelbläschen und der Allantois, sowie die Leber, das Herz mit den Gefässstämmen und ihren Verzweigungen an Kiemen und Nabelbläschen; das neuentstandene Blutsystem hat noch einen engen Umkreis und durchdringt noch nicht die ganze Masse; Kiemenspalten, Allantois und der Kanal des Nabelbläschens treten auf, um alsbald wieder zu verschwinden. Am Chorion sprossen die Flocken hervor; das Amnion, welches bedeutend kleiner als das Chorion ist und ein dünnes, durchsichtiges Bläschen, mit wasserheller Flüssigkeit gefüllt, darstellt, überzieht die Rückenfläche und von da aus die Seitenfläche des Embryo, so dass dieser wie in einer Grube auf ihm liegt. Nach und nach senkt er sich aber tiefer hinein, so dass sich das Amnion einstülpt und, ehe es auf den Embryo übergeht, die Nabelscheide bildet. Anfangs ist der Embryo gerade gestreckt, bald krümmt er sich aber nach der Bauchfläche; der Kopf, eine einfache kugelige Masse ohne Oeffnungen, gränzt sich durch eine Beugung (so dass vorn eine Querfurche, hinten der Nackenhöcker ent-

steht) vom Rumpfe ab; die **Augen** erscheinen als 2 schwarze Punkte (in der 4. Woche). Der Rumpf ist ohne Gliedmaassen, sein unteres Ende zugespitzt und schwanzförmig. An der Bauchfläche liegen 2 durch Kanäle in die Schleimhaut der Bauchhöhle übergehende Bläschen, nämlich das Nabelbläschen und die Allantois. Vom Harnsysteme ist noch nichts zu erkennen. Das **Herz** liegt horizontal, mit der Spitze nach vorn; die *vasa omphalomesaraica* (ein Zweig der Aorta und eine Wurzel der Hohlvene) verbreiten sich an das Nabelbläschen und sind mit rothem Blute gefüllt; die *vasa umbilicalia* haben sich noch nicht entwickelt. — In dieser frühesten Zeit des Embryolebens findet man an der hintern Wand der Rumpfhöhle zu jeder Seite längs der Wirbelsäule eine spindelförmige Masse, welche in einer Falte des Bauchfells von der hintern Gegend des Herzens bis zu dem hintersten Ende des Rumpfes reicht und nur von sehr kurzer Dauer ist. Diese beiden Körper (Urgebilde) sind von *Wolff* zuerst beim Hühnchen, von *Oken* zuerst bei den Säugethieren beschrieben worden und erhielten deshalb den Namen der

Wolff'schen oder *Oken*'schen **Körper** (auch **falsche** oder **Primordialnieren**). Sie entstehen aus queren, hohlen, unverzweigten Röhrchen, die sich nach aussen blind endigen und nach innen in gewundene Knäuel übergehen, so dass der ganze Körper drüsenartig erscheint. Aus dem hintern Ende dieser Körper tritt ein kurzer Ausführungsgang hervor, welcher die Blinddärmchen aufnimmt und den man beim Vogelembryo bis zum untern Ende des Darmkanals verfolgt hat. Er steht mit einem feinen Faden in Verbindung, welcher oberflächlich über den äussern convexen Theil des Wolff'schen Körpers und über die Blinddärmchen hinweg läuft und das Rudiment des Samen- und Eierleiters ist. Nach *Rathke* bilden diese Körper die Grundlage, an welcher sich die Geschlechts- und Harnwerkzeuge entwickeln, weshalb sie auch, nachdem diese gebildet sind, ganz verschwinden. *Müller* erklärt sie für Absonderungsorgane, welche in vicariirendem Verhältnisse zu den Nieren stehen, wie die Kiemen zu den Lungen, und einen harnähnlichen Stoff excerniren, aber nicht die innige Beziehung zu den Genitalien haben, wie *Rathke* glaubt. Reste der Primordialnieren sind vielleicht das *vas aberrans Halleri* beim Manne, und das *Rosenmüller*'sche **Organ** im *lig. uteri latum*, in der Nähe des Ovarium (d. s. eigenthümliche Kanälchen oder Streifen, welche parallel von vorn nach hinten verlaufen und zwischen sich kleine runde Körperchen haben; sie bestehen höchstens nur noch in den ersten Jahren der Geburt).

III. Zeitraum (d. i. der 2. Monat, von der 5.—9. Woche; der Embryo ist 4—10‴—1″ lang und bis zu ʒj schwer). Er charakterisirt sich durch seitliche Entwickelung und stärkeres Hervortreten nach aussen an dem gegen das Ei bestimmter begränzten und mehr abgeschlossenen Embryo. Dies zeigt sich in der stärkern Entwickelung des Gehirns und Rückenmarks, in der zunehmenden Breite des Kopfes und der Wirbelsäule, in der Bildung der Knorpel, Knochen, Muskeln und Nerven, in der fortschreitenden Entwickelung der Sinnesorgane und dem Hervorkeimen seitlicher Gliedmaassen; in den aufbrechenden Oeffnungen des Darmkanals und der Sinnesorgane, in der Entstehung paariger, ausscheidender Gebilde, der Lungen, Nieren und Zeugungstheile; endlich im Hervortreten von Hautwucherungen, als Augenlider, Lippen, Ohren, Nase, Penis und Clitoris. — Der Kopf ist sehr voluminös und bildet anfangs ½, dann ⅓ des ganzen Körpers; der Embryo nimmt deshalb eine mehr senkrechte Lage ein, weil sich der Kopf abwärts senkt und die Nabelscheide länger wird. Das Gesicht fängt an sich zu bilden, bleibt aber im Verhältnisse zum Schädel sehr klein, die Augen rücken von der Seite mehr nach vorn, Nasenlöcher und Ohren bilden kleine Grübchen, der Mund ist sehr gross; der Hals sehr kurz; die Wandung des Rumpfes so dünn, dass Herz und Leber durchschimmern; die Extremitäten sprossen als kurze rundliche Wärzchen hervor. Das Nabelbläschen ist noch vorhanden.

IV. Zeitraum (d. i. 3. Monat, 9.—13. Woche; Embryo 1—2—5¼″ lang und bis zu ℥j schwer). Das Nabelbläschen schwindet und es bildet sich die **Placenta mit den Nabelgefässen**, so dass jetzt die Fruchthüllenbildung vollendet wird und diejenige Form erreicht, welche sie während der übrigen Schwangerschaft behauptet. Der Embryo ändert sein Aeusseres so sehr, wie in keinem andern Monate. Die Hauptorgane, welche schon gegeben sind, bilden sich mehr aus und es entstehen nun Nebenorgane; die Gestaltung der festen Gebilde ist grossen Theils vor sich gegangen und es

folgt nun eine reichlichere Secretion. Es treten hervor: die Mundspeicheldrüsen, die Milz, das Pancreas, der Wurmfortsatz, die Thymus; die reichlichere Secretion zeigt sich im Inhalte der Gallenblase und des Darmkanals, in dem sich ablagernden Fette und in der saftigern Beschaffenheit des ganzen Körpers. Während aber so die Vegetation fortschreitet, schliessen sich die Sinnesorgane nach aussen, theils durch Aneinanderlegen ihrer Deckel, theils durch eigene hautartige Gebilde. Die Extremitäten werden länger und ihre einzelnen Theile treten hervor.

V. Zeitraum (d. i. 4. und 5. Monat). Das ungleiche Wachsthum der Organe hört auf und sie nähern sich immer mehr ihrer bleibenden Proportion, die rein menschliche Form macht sich mehr geltend und die Aehnlichkeit mit Thieren schwindet. Der Embryo gewinnt Physiognomie, der Geschlechtsunterschied tritt mehr hervor; Gehirn und Rückenmark bilden sich mehr aus und lassen deutliche Faserung wahrnehmen. Vermöge der Umwandlung des Blutes in dem nun ausgebildeten Fruchtkuchen geschieht es wahrscheinlich, dass jetzt der Faserstoff sich mehr entwickelt und die bisher dünnen, gallertartigen, bleichen Muskeln stärker, faseriger und röther werden. Die Verknöcherung schreitet auch ihrem Ziele rasch entgegen, die Zähne beginnen zu verknöchern und die Nägel hornartig zu werden. Die Sinnesorgane fangen an sich zu öffnen. — Im 4. Monate (13.—17. Woche) ist der Embryo $5\frac{1}{2}$—6—7″ lang und gegen ℥jj schwer. Im 5. Monate (17.—21. Woche) hat der Embryo eine Länge von 7—8—12″ und ein Gewicht von ℥v—vjjj, der ganze Körper desselben ist mit **Wollhaar**, *lanugo*, und **Fruchtschleim**, *vernix caseosa*, überzogen; die Frucht fängt an sich selbstständig zu bewegen.

Die von der Mitte des Embryolebens an bemerkbare und immer mehr zunehmende, käseartige Hautschmiere des Embryo, der **Fruchtschleim**, *vernix caseosa*, eine weisslich-gelbe, käseartige, schlüpfrige, in Wasser nicht lösliche, fette, klebrige Materie, welche von den Hautdrüsen des Embryo in grosser Menge (besonders am Kopfe, in den Achselhöhlen und der Leistengegend) abgesondert wird (also kein Niederschlag aus dem *liquor amnios* ist) und die Oberhaut vor der auflösenden Kraft des *liquor amnios* schützen, vielleicht auch den Durchgang durch die Geburtswege erleichtern soll, besteht nach *Frommherz* und *Gugert* aus einem innigen Gemenge von eigenem, dem Gallensafte ähnlichem Fette und geronnenem Eiweisse. Sie ist in Wasser, Weingeist und Oelen gar nicht, und in Kali nur zum Theil löslich. Nach *Gmelin* enthält sie Talg, Osmazom, essigsaures und salzsaures Natron, geronnenes Eiweiss. Nach *Henle* besteht die Fruchtschmiere grösstentheils aus abgestossenen Epidermiszellen und Fettbläschen.

Das **Kindspech**, *meconium*, ist eine schwarzgrüne, zähe, klebrige, pechartige Masse von fadem, ganz schwach süsslichem Geschmacke und unbedeutendem, nicht unangenehmem Geruche, welche aus Wasser, Schleim und einem eigenthümlichen, der Galle ähnlichen Extracte besteht. Ob dieses Pech der Rest der verschluckten und verdauten Amnionsflüssigkeit oder ein Secret des Darmkanals ist, bleibt noch zweifelhaft. Nach *Hünefeld* besteht das Meconium aus verdicktem Schleime, gefärbt mit dem Farbestoffe der Galle. Nach *F. Simon* quillt es im Wasser zu einer voluminösen Masse auf, in welcher sich unter dem Mikroskope eine grosse Menge Epitheliumzellen und runde Körperchen zeigen, von denen einige an ihrer platten Form für entfärbte Blutkörperchen gehalten werden können. Ausserdem erkennt man viele kleine mikroskopische Krystalle (rhombische Tafeln), welche Cholesterin sind. Aether zieht ein festes weisses Fett, wahrscheinlich reines Cholesterin, aus; Alkohol: eine kleine Menge extractiver Materie und Gallenharz; wässeriger Alkohol: Käsestoff, welchem Picromel beigemengt ist. Aus dem Rückstande zieht durch Schwefelsäure angesäuerter Alkohol noch grünen Gallenfarbstoff aus. In 100 Theilen trockenem Meconium findet sich: Cholesterin 16,00 — extractive Materie und Gallenharz 10,400 — Käsestoff 34,00 — Picromel 6,00 — Gallengrün 4,00 — Zellen, Schleim, vielleicht auch Eiweiss 26,00.

VI. Zeitraum (d. i. der 5., 7. und 8. Monat). Die Ausbildung und das Wachsthum gehen ohne auffallende Veränderungen weiter. Der Embryo kann jetzt schon lebendig geboren werden, d. h. nach der Trennung vom mütterlichen Körper eine Zeit lang athmen und sich bewegen, ist aber noch des selbstständigen Lebens unfähig. — Im 6. Monate (21.—25. Woche) ist der Embryo 12—14″ lang und ℥xjj—xvj schwer. — Im 7. Monate (25.—29. Woche) ist er 13—15—17″ lang und 2 ℔ schwer; die Hoden sind in der Nähe des Bauchringes oder in demselben. — Im 8. Monate (29.—33. Woche) beträgt die Länge des Embryo 17—18″, die Schwere 3—4 ℔; der linke Hoden ist meist schon in das Scrotum herabgestiegen; die Pupillarmembran schwindet.

VII. Zeitraum (d. i. der 9. und 10. Monat). Die Lebendigkeit des Fruchtkuchens nimmt ab, der Kreislauf in den Lungen wird stärker und das Herz bildet sich zur Scheidung beider Blutkreise immer mehr aus. So bereitet sich der Embryo zur Trennung vom mütterlichen Körper immer mehr vor und ist, wenn diese schon im Anfange dieses Zeitraumes erfolgen sollte, fähig, ein selbstständiges Leben fortzusetzen, obgleich er noch nicht völlig reif ist. — Im 9. Monate (33.—37. Woche) ist der Embryo gegen 18″ lang und 5—6 ℔ schwer; die Wollhaare fangen an sich zu verlieren, die Fontanelle werden kleiner und der Körper wird voller und mehr gerundet. — Im 10. Monate (37.—40. Woche) ist die Länge des Embryo 18—20″, die Schwere 6—7 ℔; die Wollhaare sind meistens verschwunden, die Oberhaut ist fest und glatt, die Haut dicht und weissröthlich; die Kopfhaare verlängern sich, die Nägel werden fest, die Knorpel der Ohren dicker und fester. Der Nabel begränzt sich mehr von der Haut der Frucht. Die Hoden treten ganz in den Hodensack, der Scheidenkanal schliesst sich, die Schamlippen liegen dicht an einander und verschliessen die Schamspalte. Die äussere Oberfläche des Embryo ist noch mit *vernix caseosa* überzogen und im Darmkanale findet sich *meconium*, in der Harnblase Harn, welche Stoffe bald nach der Geburt ausgeleert werden.

Lage des Embryo. In den ersten Monaten der Schwangerschaft liegt der Embryo, umgeben vom *liquor amnios*, nicht weit entfernt von der innern Fläche des Amnions, weil die Gefässe, welche den Nabelstrang bilden, noch sehr kurz sind. Nach und nach werden diese länger und es entfernt sich der Embryo von jener Fläche, so dass er jetzt (bis zum 6. Monate) keine bestimmte Lage hat, sondern im Schafwasser, nach der Stellung der Mutter, bald diese, bald jene Lage einnimmt. Allmälig aber, sowie der Kopf der verhältnissmässig schwerste Theil wird, senkt sich dieser abwärts und nimmt nach und nach den tiefsten Platz ein, doch ist er dabei immer noch sehr beweglich. Erst vom 7. Monate an bekommt der Embryo eine beständigere Lage, denn es hat sich die Quantität des Schafwassers im Verhältnisse zur Frucht vermindert, diese dagegen an Umfang und Schwere zugenommen. Bei einer regelmässigen Schwangerschaft hat nun der Embryo folgende Stellung: der Kopf ist nach unten gegen den Muttermund gekehrt und steht nahe dem Eingange des kleinen Beckens; der Steiss sieht nach oben, das Hinterhaupt seitwärts nach dem einen Schambeine (meist nach der linken Pfanne); das Gesicht ist der gegenüberliegenden *symphysis sacro-iliaca* zugewendet (meist der rechten); die Rückenfläche ist convex und nach der linken vordern Seite, die concave Bauchfläche nach der rechten hintern Seite gekehrt. Das Kinn ist gegen die Brust angedrückt, die Schenkel mit den Knieen an den Bauch gezogen; die Unterschenkel sind oft über einander geschlagen; die Arme kreuzen sich entweder auf der Brust oder sind an die Brust und mit den Händen an das Gesicht gedrückt.

Lebensäusserungen des Embryo. Man hat sich stets viel Mühe mit Beantwortung der Frage gegeben: ob der Embryo beseelt sei oder nicht. Einige lassen denselben schon vom Anfange an beseelt sein, Andere schreiben ihm nur in der letzten Zeit seines Fötuslebens Seele zu, und noch Andere behaupten, dass er erst während und bei der Geburt, meistens unter dem Einflusse des Athmens,

beseelt werde. Wie kommt denn aber dann die Seele in den Leib? Denkt man sich unter Seele die Ursache der sogenannten Seelenthätigkeiten, also eine besondere und individuelle Kraft, so besitzt der Embryo, und selbst noch eine Zeit lang der Neugeborne, ganz gewiss keine Seele, denn es lässt sich an ihm nichts von psychischen Lebensäusserungen, vom Denken und Wollen, bemerken, und die etwaigen zweckmässigen Bewegungen, die er macht, sind Reflexionsbewegungen, welche ohne Bewusstsein geschehen (s. S. 575). Wenn man aber unter Seele die Grundursache aller Lebenserscheinungen versteht und sich jene Erscheinungen sogenannter Seelenthätigkeiten, wie man muss, von dem Baue, der Structur, Textur und Mischung des Gehirns abhängig denkt und mit den Thätigkeiten anderer Organe parallelisirt, so ist natürlich der Embryo beseelt. — Es versteht sich wohl von selbst, dass zu den Organen des Embryo, in welchen man Lebensäusserungen entdeckt, vorzüglich die der Vegetation dienenden gehören. — [Ueber das Fötalleben s. S. 169.]

1) **Herzthätigkeit und Kreislauf.** *a)* Erster Kreislauf des Embryo; er entwickelt sich zwischen dem Embryo und Gefässhofe der Keimblase und später dem Nabelbläschen. Während sich nämlich im Centrum des in der nächsten Peripherie des Embryo und nicht in der ganzen Ausdehnung der Keimblase entwickelten Gefässblattes, in der vordern Wand des vordern Endes der Visceralhöhle, das Herz als ein anfangs ganz gerad liegender, dann Sförmiger Cylinder, der unten und oben in 2 Schenkel ausläuft, bildet, entstehen im übrigen Theile dieses, bis jetzt noch ganz gleichförmigen und aus Zellen bestehenden Blattes die Blutgefässe als dunkle Stellen zwischen den hellern und festern Substanzinseln. Anfangs sind aber diese Gefässe, sowie das Herz, nicht hohl, sondern bestehen aus locker zusammenliegenden Zellen; erst allmälig wird ihre äussere Oberfläche fester, indem sich hier die Zellen dichter an einander legen und so Wandungen bilden, in welchen sich Flüssigkeit und lose Zellen, die erste Spur des Blutes, ansammeln. Im Umfange dieses Gefässnetzes bildet sich zugleich ein grösseres, alle Gefässmaschen verbindendes und begränzendes Gefäss (anfangs der *sinus terminalis*, dann die *vena terminalis* genannt, die Kranzader nach *Schultz*), aus welchem über dem Kopfende des Embryo, wo der *sinus* gegen den Embryo hin eingebogen ist, 2 armförmige Erweiterungen sich in die beiden untern Schenkel des schlauchartigen Herzens verlieren, d. s. die *venae omphalo-mesaraicae*. Die beiden obern Schenkel des Herzens sind die beiden zukünftigen Aortenbogen, welche das Blut aus dem Herzen in den Embryo führen und sich vor der zukünftigen Wirbelsäule in einen kurzen Stamm vereinigen, der sich aber bald wieder in 2 Aeste (untere Wirbelarterien) theilt, welche bis zum Schwanzende des Embryo verlaufen und mehrere seitliche Zweige aus dem Embryo hinaus in die Keimblase schicken, wo sie mit den Verzweigungen der *vv. omphalo-mesaraicae* und *ven. terminalis* in Verbindung stehen. Von diesen seitlichen Aesten der Aorten bildet sich aber einer auf jeder Seite vorzugsweise weiter aus und wird bald sogar stärker als sein Aortenstamm war; dieser Ast führt nun als *art. omphalo-mesaraica* das Blut vom Embryo in die Keimhaut (welche sich später vom Embryo als Nabelbläschen abschnürt). So sind nun die Organe des ersten Kreislaufs (Herzkanal und Aorten, *vv.* und *artt. omphalo-mesentericae*) gebildet, und es fragt sich nun, ob das Blut früher und unabhängig von dem Herzen sich bewege (wie *Wolff* und *Pander* behaupteten) oder ob die Bewegungen desselben erst durch diese hervorgerufen werde. Alle neuern Beobachter stimmen aber darin überein, dass sie nie eine Blutbewegung ohne Herzbewegung sahen. Das Herz ist sonach der zuerst be-

stimmt als functionell thätig erkennbare Theil des Embryo. Seine Contractionen, welche sich beim Hühnchen zuerst gegen die 36.—40. Stunde der Bebrütung, beim Kaninchen (nach *Bischoff*) etwa in der Mitte des 9. Tages zeigen, sind anfangs schwach, fast nur undulirend, in langsamem Rhythmus mit grossen Pausen und setzen sich von den Seitenarmen gegen den mittlern Theil fort; bald werden sie schneller und kräftiger, und wenn das Herz sich nun abwechselnd mit rothem Blute füllt und wieder entleert, wird es zum hüpfenden Punkte, *punctum saliens*. Nach *Bischoff* übt das Herz ausser der Stosskraft bei seiner Contraction auch noch eine saugende Attractionskraft auf das Blut in den Venen aus und seine Espansion ist ein activer Zustand. Mittels der Herzthätigkeit würde denn nun das Blut durch die Aorten und ihre Verzweigungen in den Embryo, durch die *artt. omphalo-mesaraicae* in den Gefässhof (Nabelbläschen) und aus diesem durch die *venae omphalo-mesaraicae* zum Herzen zurückgeführt. Während dieser Nabelblasenkreislauf besteht, schreitet die Entwickelung des Darmkanals und Gefässsystems im Embryo immer weiter vorwärts und die *vasa omphalo-mesaraica*, welche anfangs die Stämme für die Gefässe des Embryo waren, sinken zu Aestchen der *vasa mesaraica* herab. — *b)* Kreislauf zwischen dem Embryo und der Allantois und dem aus dieser hervorgehenden Mutterkuchen mittels der Nabelgefässe. An der, aus dem untern Ende des Embryo hervorgewachsenen Allantois treten zugleich 2 Aestchen der untern Wirbelarterien (die *arteriae allantoidis*, die spätern *artt. umbilicales*) mit hervor. Sie verzweigen sich auf der Allantois und werden durch diese an die Peripherie des Eies geführt, wo sie sich durch die äussere Eihaut hindurch und mittels ihrer Haargefässe zur *placenta foetalis* ausbilden, von welcher dann eine *vena umbilicalis* das Blut zum Embryo und zwar ganz zu Anfange in den obersten Theil des Stammes der *ven. omphalo-mesaraica*, welcher später zur *vena cava inferior* wird, zurückgeführt. Sowie sich nun aber die Leber am Stamme der *ven. omphalo-mesaraica* entwickelt und letztere sich grösstentheils in derselben verästelt hat, so treten auch Zweige der Nabelvene, die an der untern Fläche der Leber vorbeigeht, in dieselbe hinein und führen einen Theil des Blutes durch die Lebervenen in die untere Hohlvene. Während diese Leberzweige der Nabelvene immer stärker werden und sich eine bedeutende Anastomose zwischen der Nabelvene und der zur *vena portarum* umgewandelten *vena mesenterica* entwickelt hat, sinkt der eigentliche Stamm der Nabelvene nach und nach zu einem blossen Verbindungsaste (d. i. der *ductus venosus Arantii*) zwischen der Nabel- und untern Hohlvene herab. — Der Lauf des Blutes durch das Herz richtet sich natürlich nach den verschiedenen Entwickelungsstufen desselben. Ist das Herz vollkommen ausgebildet, so ist der Blutlauf durch dasselbe folgender. Das Blut der untern Hohlvene (aus der Nabelvene und Placenta, der Leber und untern Körperhälfte) strömt in das rechte Atrium ein und läuft hier wegen der *valvula Eustachii* an der hintern Vorhofswand hin, durch das *foramen ovale* hindurch in das linke Atrium, von welchem aus dasselbe in den linken Ventrikel, in die Aorta und zum Kopfe und zu den obern Extremitäten fliesst. Das Blut der obern Hohlvene dagegen (nur aus der obern Körperhälfte) tritt durch das rechte Atrium hindurch in den rechten Ventrikel und aus diesem in die *art. pulmonalis*, welche es zum grössten Theile durch den *ductus arteriosus Botalli* in die absteigende Aorta und von da durch die Nabelarterie in die Placenta schafft, während nur ein ganz kleiner Theil desselben in die Lungen gelangt. — Die Herztöne des Embryo (nicht die Herzstösse), welche mit dem der Mutter nicht die geringste Uebereinstimmung in ihrer Häufigkeit zeigen, hört man (in der Mittel- oder Unterbauchgegend der einen oder andern Seite des schwangern Leibes) mittels der Auscultation durch die Bauchdecken und den Uterus der Mutter, sowie durch die Eihäute und das Fruchtwasser hindurch, und zwar nach *Nägele* zuerst in der 18. Woche der Schwangerschaft, in der Regel aber immer im Anfange der 2. Hälfte derselben. Die Anzahl der Herzschläge beläuft sich meistens

auf 130—140, nie unter 90 und nie über 180, im Mittel 135; bei Bewegungen der Frucht nehmen sie oft sehr bedeutend zu.

2) **Athem- und Darmbewegungen.** Es scheint, als ob, aber nur nach vollständiger Entwickelung des Embryo, von demselben Athembewegungen, als reflectorische, auch noch innerhalb des Eies gemacht würden; sie sind von Mehrern beobachtet worden. *Volkmann* findet die Ursache dazu in der Kohlensäure, die sich im Blute bildet (s. S. 690). — Schlingbewegungen kommen unzweifelhaft bei Embryonen in den spätern Zeiten im Eie vor (wie verschlucktes Fruchtwasser, Haare und Darmkoth im Magen beweisen) und sind ebenfalls nicht willkührliche, sondern nur reflectorische. — Darmbewegungen scheinen erst in der 2. Hälfte des Embryolebens beim Menschen vorzukommen, denn erst dann findet sich das Meconium im Dickdarme. Entleerung des Meconium in das Fruchtwasser kommt bei Thieren vor; beim Menschen scheint sie nicht statt zu finden und nur bei todten Embryonen, wo die Sphincteren erschlafft sind, hat man, durch den bei der Geburt bewirkten Druck, Koth entleert gesehen.

3) **Excretionen des Embryo.** Zu den Excreten des Embryo gehören vorzüglich der Fruchtschleim, *vernix caseosa* (s. vorher S. 796), welcher von der Haut und deren Talgdrüsen bereitet wird, und das Kindspech, *meconium* (s. S. 796), eine der Galle ähnliche Materie, welches vom 3. Monate des Embryolebens an zum grössten Theile von der Leber abgesondert wird, bis zum 5. Monate nur im Dünndarme, und hier grünlich-braun, von da an aber auch im Dickdarme und endlich auch im Mastdarme, hier dunkler an Farbe, zu finden ist. In den spätern Zeiten des Embryolebens sammelt sich auch in der Gallenblase Galle an, und diese ist anfangs röthlich, schleimig, süsslich fade und nicht bitter schmeckend (ohne Picromel); gegen Ende der Schwangerschaft wird sie grün und bekommt einen bittern Geschmack. Ohne Zweifel wurden mit dieser Galle die zersetzten Bestandtheile der organischen Materie des Fötus aus dem Blute entfernt, denn dass sie zur Verdauung des vom Embryo eingeschluckten Fruchtwassers, wie Einige annehmen, dienen sollte, ist höchst unwahrscheinlich, da der Embryo, wie neuere Forschungen beweisen, nur durch die Placenta und das Blut der Mutter ernährt wird. *Reichert* hält die Leber bei dem Fötus deshalb für das Organ der Bildung der Blutkörperchen, weil hier ungewöhnlich viel Zellen mit Tochterzellen vorkommen. — Manche sehen das Fruchtwasser, *liquor amnios* (s. S. 779), als ein Secretionsproduct der Haut des Embryo an, doch sprechen einige Erfahrungen mehr dafür, dass es eine transsudirte von dem Uterus gelieferte Flüssigkeit sei.

4) Die **Nerventhätigkeit** kann im Embryo wegen der langsamen Ausbildung des Nervensystems nur sehr gering sein, und es ist deshalb auch die Annahme eines von dem Nervensysteme ausgehenden Einflusses auf die Bildung und Entwickelung der übrigen Organe des Fötus unstatthaft. Sichere, unzweideutige Wirkungen des Nervenagens zeigen sich nur erst nach der Mitte des Embryolebens in den (reflectorischen) Bewegungen des Fötus; dies findet aber erst statt, wenn die Textur der Nerven und Muskeln dazu hinreichend ausgebildet ist.

Unterschiede zwischen einem reifen und einem unreifen Embryo.

Eine reife Frucht *(partus maturus)* steht in der 38. — 40. Woche, dem 10. Mondes- oder 9. Sonnenmonate. Doch sollen Kinder auch noch später geboren worden sein (Spätgeburten, *partus serotinus*).	Eine unreife Frucht *(partus immaturus)* ist entweder Fehlgeburt, *abortus*, welche noch nicht 28 Wochen alt ist und nicht leben kann, oder Frühgeburt, *partus praecox*, welche in der 28.—32. Woche steht und fortleben kann.
Länge ist 19—22″; — Gewicht 6—7, höchstens 8 ℔; der Körper ist	Länge beträgt weniger als 18″; — das Gewicht ist geringer als 5—6 ℔. —

voll, stark und proportionirt, die Brust und Extremitäten gewölbt und musculös; die **Haut** ist weissröthlich und fest; die Wollhaare sind meistens verloren, oder die noch vorhandenen sind kurz und ohne Glanz; die Ränder der **Kopfknochen** liegen nahe an einander und die **Fontanellen** sind bis auf die grosse (1″ im Dm.) geschlossen. Das **Gesicht** hat nicht mehr das ältliche, verdriessliche Ansehen; die **Kopfhaare** sind schon ziemlich lang; Augenbrauen und Augenwimpern sind gebildet. Die **Nägel** sind hart, die **Ohren** fest und knorpelig. Der **Hodensack** ist gerunzelt, nicht mehr so roth, und mit den Hoden versehen. Beim weiblichen Kinde werden die kleinen Schamlefzen von den grössern zum Theil bedeckt und die Clitoris reicht nicht mehr so weit hervor.

Der **Körper** ist mager und welk; die **Haut** faltig, roth, an einzelnen Theilen der Hände und Fusssohlen blau und mit feinen Wollhaaren bedeckt. Die Ränder der **Kopfknochen** sind weit von einander abstehend, die **Fontanellen** gross und deshalb lassen sich die Kopfknochen sehr leicht hin- und herschieben. Das **Gesicht** ist noch nicht gehörig entwickelt, sieht verdriesslich und ältlich aus; die **Kopfhaare** sind kurz, zart und weisslich; Augenbrauen und Augenwimpern sind noch Wollhaare. Die **Nägel** sind weich, ebenso die **Ohren**. Die **Augen** werden selten geöffnet; der **Hodensack** ist roth, wenig gerunzelt und oft noch ohne Testikel. Beim weiblichen Kinde stehen die grossen Schamlefzen von einander ab und die Clitoris erscheint sehr gross.

Grösse und Gewicht einer reifen Frucht. — *Jörg* fand durch viele Messungen und Wägungen neugeborner, reifer und völlig ausgebildeter Kinder folgende Grössen (nach Leipziger Ellenmaass) und Gewichte (nach Kramer-Gewicht).

a. Grössen.

Länge des Fötus, vom Scheitel bis zu den Fusssohlen . . .	19—22″
Querdurchmesser des Kopfes .	3½—4½″
Senkrechter Durchmesser des Kopfes	3¾—4½″
Langer Durchmesser des Kopfes	4½—5¼″
Längster Durchm. des Kopfes	4¾—6½″
Länge des Rumpfes, vom 1sten Rückenwirbel bis zum Damme	8—9½″
Breite der Schultern . . .	4—6½″
Breite der Hüften	3½—5″
Länge des Armes von der Schulter bis zur Spitze des Mittelfingers	7—9″
Länge des Fusses von der Pfanne bis zur Ferse	7½—9″
Länge der Hand	2½—2¾″
„ des Plattfusses	3—3½″
„ des ganzen Darmkanals	6 Ell. 5—23″
„ des Dünndarms . .	5 Ell. 6—9½″
„ des Dickdarms	22—29″

b. Gewichte.

Schwere des ganzen Körpers	5½ Pfd. — 7¾ Pfd. 2 Lth.
„ des Kopfes	1 Pfd. 13 Lth. — 1 Pfd. 26 Lth.
„ des Gehirns	27—28 Lth.
„ des grossen Gehirns	23—26 Lth.
„ des kleinen Gehirns	1½—2½ Lth.
„ des Herzens, der Lungen und Thymus zusammen	4—7 Lth.
Schwere des Herzens	1 Lth. — 2 Lth. 7 Qtch.
„ der Lungen	2½—5 Lth.
„ der Thymus	2½ Qtch. — 1 Lth. 1 Qtch.
„ der Leber, des Magens und der Därme zusammen	20 Lth. 2½ Qtch. — 23 Lth. 1½ Qtch.
Schwere der Leber	7 Lth. 2 Qtch. — 13 Lth. 2½ Qtch.
„ der Milz	1 Qtch. — 3½ Lth.
„ der Niere	1 Lth.
„ der Nebenniere . .	1 — 2 Qtch.

Die **kindlichen Herztöne** (fälschlich Fötalpuls, fötaler Herzschlag) hört man, leider höchst selten vor dem 4. — 5. Monate der Schwangerschaft, meistens erst von der 24. Woche an (weil der Embryo früher von noch zu viel *liquor amnios* umgeben ist, durch welchen die Töne verdeckt werden), am deutlichsten am linken untern Theile des Bauches. Findet man dieselben hier nicht, dann lasse man die Schwangere verschiedene Stellungen und Lagen annehmen und behorche alle Gegenden des Bauches; zu hören sind diese Herztöne ganz gewiss irgendwo. Bei Kopfstellungen des Embryo sind diese Töne immer nach abwärts, bei Steissstellungen aber stets nach oben von einer durch die Mitte des Unterleibes horizontal gezogenen Linie am deutlichsten zu vernehmen. Bei ersten Lagen wird man die Herztöne immer links, bei zweiten immer rechts finden.

Das **Uterinal-** oder sogenannte **Placentargeräusch** (**Abdominalgeräusch** *Bouillaud's*, **abdominelles Nonnengeräuch** nach *Scanzoni*), welches bei einer und derselben Schwangern zu verschiedenen Zeiten

und in verschiedenen Stellungen, auch an verschiedenen Punkten des Unterleibes gehört werden kann, ist als ein entweder continuirliches, oder, was häufiger der Fall ist, als ein aussetzendes, mit dem Arterienpulse der Schwangern, durchaus aber nicht mit den Herztönen des Embryo synchronisches, und dem Nonnengeräusche der Jugularvene (s. S. 502) ähnliches Geräusch (Blasen, Pfeifen, Summen) zu vernehmen. Es muss dieses Geräusch seine Entstehung nur dem Blutlaufe im Gefässsysteme der Mutter verdanken, und wahrscheinlich nicht den Uterinarterien, sondern den Venen. Als die wichtigsten Momente zur Hervorrufung desselben ist nach *Scanzoni* einestheils der Druck der schwangern Gebärmutter auf die im Becken verlaufenden grossen Venen (besonders *vv. iliacae externae*), anderntheils die Gefässanordnung im schwangern Uterus selbst zu betrachten. In Folge des Druckes des Uterus auf die *vv. iliacae* gelangt eine geringere Menge Blut in die oberhalb der comprimirten Stelle liegende Partie der *ven. iliaca*, sowie auch der untern Hohlader. Die hierdurch bedingte geringere Füllung und Spannung dieser Venenstämme erlaubt dem aus den *vv. hypogastricae* und *uterinae* (die oberhalb der comprimirten Stelle einmünden) kommenden, sowie auch dem Blute der *vv. spermaticae*, mit verstärkter Schnelligkeit zu strömen. Die im Uterusparenchyme fest eingebetteten und sehr erweiterten Venen stehen mit den bedeutend engern Uterinalarterien in unmittelbarer Communication; letztere schicken ihr Blut mit beträchtlicher Schnelligkeit in die weiten Venen und versetzen dadurch deren Wände (vielleicht auch die der *vv. iliacae communes*) in Schwingungen, welche als sogenanntes Placentargeräusch gehört werden. Dass dieses Geräusch zuweilen continuirlich, zuweilen aussetzend erscheint, hängt von dem Grade des Druckes ab, welchen die *vv. iliacae* zu erleiden haben. Ist dieser sehr bedeutend, gelangt aus den untern Körpergegenden eine nur sehr kleine Blutmenge in die oberhalb der Compression liegende Partie, so strömt das Blut aus den Uterinalvenen mit desto grösserer Schnelligkeit aus, sie entleeren sich um so unvollständiger und die continuirlich nachströmende arterielle Blutmenge versetzt die Venenwandungen in entweder unausgesetzte, oder so kurz auf einander folgende Schwingungen, dass die Intervalle unmerklich werden, und ein continuirliches Geräusch entsteht. Je geringer aber der Druck von Seite des Uterus auf jene Venenstämme, desto bedeutendere Intermissionen zeigt auch das Geräusch; je mehr der Uterus durch ein grosses Kind, oder durch Zwillinge, oder viel Fruchtwasser ausgedehnt ist, je mehr seine Längenachse mit der des mütterlichen Körpers parallel läuft, desto lauter und continuirlicher ist das sogenannte Placentargeräusch. Uebrigens kann das Abdominalgeräusch auch durch grosse Beckengeschwülste und Hydrovarien hervorgerufen werden, wo es dann in den *vv. iliacae* seinen Sitz hat. Manche setzen das Uterinalgeräusch in die Arterien, weil es ein intermittirendes und mit dem Radialpulse der Schwangern gleichzeitiges ist. Dass dieses Geräusch mit der Placenta nichts zu schaffen hat, sieht man deutlich daraus, dass es oft auch noch fortdauert, wenn die Placenta schon entfernt ist und dass es häufig an ganz andern Stellen gehört wird, als wo die Placenta ansitzt.

[Ueber die Veränderungen im Kinde nach der Geburt, sowie über den Neugebornen s. S. 109, 171 u. 182.]

Register.

A.

Abdominalgeräusch 801.
Aberration d. Lichtstrahlen 659.
Ablatio 515.
Abmagerung 105.
Abnahme d. Körperumfanges 105.
Abnormitäten d. Armknochen 313. — d. Beckens 310. — d. Bewegungen 392. — d. Brustkastens 306. — d. Consistenz im menschl. Körp. 206. — d. Knorpel 327. — d. Schädels 297. — d. Schenkelknochen 316. — d. Skelets 285. — d. Wirbelsäule 303. Vgl. Krankheiten, Monstra.
Abortus s. Fehlgeburt.
Absonderung 448. 507. 513. — d. äussern Haut 614. — d. Drüsen 621. — d. serösen Häute 610. Vgl. Ausscheidung, Excretion, Secretion.
Absonderungsproducte 142. 507. 508.
Absorptio s. Resorption.
Abstammung d. Menschengeschlechts 101.
Abweichung s. Abnormitäten. — d. Lichtstrahlen 659.
Abzehrung 105.
Acacin 51.
Accidentales seröses Gewebe 610.
Accommodationsvermögen d. Auges 661. — d. Organismen 40.
Acephalocystis 12.
Acetabulum s. Pfanne.
Achsencylinder d. Nervenmarks 524.
Achsenstrahlen 653.
Acidum lacticum s. Milchsäure. — tannicum 53. — uricum s. Harnsäure.
Acini cartilaginum s. Knorpelkörperchen. — Malpighi renales 744.
Acinöse Drüsen s. Traubige Drüsen.
Ackererde 48.
Adäquate Reize 550.
Adaptationsvermögen d. Auges 661.
Adenologia 597.
Adergeflechte, Altersversch. ders. 184.
Aderhäute 439.
Adhäsion 91. 207.
Adipocire 24.
Aditus ad intestinum anterior, posterior 789.
Adolescentia 176.
Adventivknospen 14.
Aechte Knorpel 320. 323.
Aeltern, Zeugung durch dies. 13.
Aelternlose Zeugung 5.
Aërodynamik d. menschl. Körp. 223.
Aërostatik d. menschl. Körp. 223.
Aetas infantilis s. Kindesalter. — juvenilis 176. — puerilis 175. — virilis s. Mannesalter.
Aetherische Oele d. Pflanzen 52.
Aethiopische Raçe 97. — Völker 100.
Aeussere Arterienhaut 416. — Eihaut 776. 793. — Geschlechtstheile, Entwickelung ders. 760. — Haut s. Haut. — Nase 663. — Scheide d. Primitivnervenfasern s. Neurilem. — Schmelzhaut d. Zähne 668. — Venenhaut 426. — Wärme 227.
Aeusserer Augenmuskelnerv s. Nerv. abducens. — Gehörgang, Function dess. 633. — —, Geschlechtsversch. dess. 203.
Aeusseres d. Menschen 102. — Ohr, Bewegungen dess. 397. — —, Entwickelung dess. 629. 795. — —, Function dess. 632. — — d. reifen u. unreifen Frucht 801. — Zellgewebe s. Atmosphärisches Zellgewebe.
After, elastische Fasern an dems. 337.
Afterbildungen s. Pathologische Gebilde.
Agger valvularum venoss. 427.
Aggregatio 16.
Aggregatzustand d. organ. u. unorg. Körp. 28.
Agminirte Drüsen s. Peyer'sche Drüsen.
Agnathus 299.
Agonie 22. 191.
Ala spuria 314.
Alantstärkemehl 52.
Albinos, Pigment d. Iris bei dens. 645.
Albuginea lienis 738. — ovarii 761. — penis 758. — renum 743. — testiculi 753.
Album graecum 262.
Albumen s. Eiweiss.
Albumin s. Eiweissstoff.
Albuminöse Rohblasteme 164.
Alkalien als Nahrungsstoffe 718.
Alkohol als Nahrungsstoff 720.
Alkoholextract 140.
Allantoin 76. 128.
Allantois 779. 789. 793. 794.
Allgemeine Gefässhaut s. Tunica communis vasorum, Tunica intima vas. — Gewebe 81.
Altaische Völker 99.
Alter s. Lebensalter. —, höheres, s. Greisenalter.
Alterseigenthümlichkeiten s. Greisenalter.
Alterskreis 180. 184.
Altersveränderungen s. Greisenalter.
Altersverschiedenheiten s. Fötus, Greisenalter, Jugend, Kindesalter, Mannesalter, Pubertätszeit.
Alula 314.
Aluminium 25. 50. 120.
Alveolarkrebs 168.
Alveoli 168. — dentium s. Zahnzellen.
Ambrin 76.
Ameisensäure 76.
Amerikanische Raçe 98. — Völker 100.
Amidon s. Stärkemehl.
Ammoniak in d. Atmosphäre 693. — im menschl. Körp. 123.
Ammoniak-Magnesia, phosphors., in pathol. Niederschlägen 157.
Amnion 779. 792. 794. — Entwickelung dess. 788. —, falsches, 788.
Amphiarthrosis 337.

Amphibienskelet 285.
Amyloid 52.
Amylum s. Stärkemehl.
Anatomie, pathologische, 256. —, vergleichende, s. Vergleichende Anatomie.
Anchylostoma duodenale 11.
Anfänge d. Saugadern 431.
Angiologia 409.
Angulus opticus 654. — pubis s. Schambogen. — visorius 654.
Anhelitus 689.
Anima activa, appetitiva 291. 580. — intellectiva, sensitiva 290. 580. — vegetativa 513.
Animal, Animalisch s. Thierisch, Willkührlich.
Animalcula spermatica s. Samenthierchen.
Animales Blatt s. Seröses Blatt.
Annulus tympani 279. — —, Entwickelung dess. 629.
Anomalieen s. Abnormitäten, Krankheiten.
Anorexia 722.
Anorganisch s. Unorganisch.
Ansa terminalis nervorum 532.
Ansaugung s. Imbibition.
Antagonismus 245.
Antagonistische Bewegungen 390.
Anthera 59.
Antibrachial-Carpalgelenk 351.
Antibrachium s. Vorderarm.
Antimon 25.
Aorta, Altersversch. ders. 186. —, Geschlechtsversch. ders. 201. —, Verengerung ders., normale, 447.
Aortenzwiebel, Entwickelung ders. 788.
Aponeurosen 333. 337.
Apoplexia 188. 453. — ex vacuo 180. 185.
Appetit 722.
Appetitlosigkeit 722.
Apposition 16.
Aquula vitrea auditiva s. Labyrinthwasser.
Arabin 51.
Archimedisches Princip 222.
Arcus pubis s. Schambogen. — superciliaris s. Augenbrauenbogen.
Area germinativa, pellucida s. Durchsichtiger Fruchthof. — vascularis, vasculosa s. Gefässhof. — vitellina s. Dotterhof.
Areolarkrebs 168.
Areoli 168.
Arme, Altersversch. ders. 279. —, Geschlechtsversch. ders. 107. 111.
Armgeflecht 568.
Armknochen 312. Vgl. Ellenbogenbein, Fingerknochen, Handwurzelknochen, Oberarmknochen, Schlüsselbein, Schulterblatt, Speiche, Vorderarmknochen.
Arsen 25. — im menschl. Körp. 121. — im Thierkörp. 75.
Arteriae: allantoidis 799; ciliares anticae 644; — posticae breves 640. 643; — — longae 644; helicinae Mülleri 758; nutritiae ossium 269; omphalomesaraicae s. Nabelgekrösarterien; pulmonales s. Lungenarterien; umbilicales s. Nabelarterien; vitellariae 788. Vgl. Arterien.
Arterielle Klappen d. Herzens 484. 486.
Arterien 416. —, Altersversch. ders. 180. 438. —, Ausdehnung und Schlängelung ders. bei d. Systole 495. —, Blutlauf durch dies. 494. — d. Choroidea 640. — d. Gefässe 415. —, Geschlechtsversch. ders. 201. — d. Iris 643. — d. Lymphdrüsen 435. — d. Milz 740. — d. Muskelsubstanz 373. — d. Nieren 744. — d. Penis 759. — d. Schädelknochen 297. — d. Uterus 765. — d. weibl. Brustwarzen 766. —, Tönen ders. 497. —, Umfang ders. 496. —, Unterschiede ders. von d. Venen 418. Vgl. Arteriae, Blutgefässe, Gefässe.
Arterienblut 477. —, Absonderung aus dems. 508.
Arterien (Haargefäss-) netze 421.
Arterientöne 497.
Arthrodia 338.
Articuli 337.
Ascaris lumbricoides, vermicularis 11.
Asphyxia 188. 453.
Aspiration d. Lungen und d. Thorax als Ursache d. Kreislaufes 478. — — — — d. Venenblutlaufes 500.
Assimilation 17. 38. —, allgemeine 513. — d. Nahrungsstoffe bei d. Pflanzen 66. — in d. Pflanzenzelle 61. —, specifische 513. Vgl. Ernährung.
Assimilationssäfte 143.
Association d. Nerventhätigkeit 557.
Associirte Bewegung 390. 556. 575. — Empfindung 556. 575.
Astragalus s. Sprungbein.
Atelectasia pulmonum 172.
Athemnerv d. Gesichts 565. 690. —, äusserer, grosser, innerer, oberer, unterer 690.
Athmung s. Respiration.
Athmungsfrequenz, Altersversch. ders. 689. 690.
Atlas, Altersversch. dess. 279. 280.
Atlas-Epistropheusgelenk 342.
Atmosphäre, Druck ders. 224. 251.
Atmosphärische Diffusion d. Gase 699. — Luft 251. 692.
Atmosphärisches Zellgewebe 81. 605.
Atria mortis 188.
Atrio-Ventricularklappen 484.
Atrophia cerebri senilis 180.
Atrophie, allgemeine, 105.
Aufgereihtes Epithelium 154. 369.
Aufgeworfene Nase 663.
Aufnahme fremder Stoffe in d. Pflanzenzelle 60. — d. Nahrungsmittel 721.
Aufsaugung s. Resorption.
Augapfel 637. —, Bewegungen dess. 396. 661.
Auge, Altersversch. dess. 180. —, Bewegungen dess. 396. —, Entwickelung dess. 651. 786. 795. —, Geschlechtsversch. dess. 203. —, Raçenversch. dess. 97. 98. 99. 100. 112. —, Temperamentsversch. dess. 115. — d. unreifen Frucht 801.
Augenast d. dreigetheilten Nerven, Function dess. 563.
Augenblinken 662.
Augenbrauen, Geschlechtsversch. ders. 203. — d. reifen u. unreifen Frucht 801.
Augenbrauenbogen, Altersversch. ders. 183. 184. 280. —, Geschlechtsversch. ders. 281. —, Raçenversch. 98. 99.
Augenbreite 107.
Augenbutter 143. 615.
Augengegend 299.
Augenhöhle 299. —, Geschlechtsversch. ders. 110. 203. 281.
Augenlider, Altersversch. ders. 180. 184. —, Bewegungen ders. 396. —, Entwickelung ders. 795. —, Raçenversch. ders. 97. 99. 100.
Augenschwarz 126.
Augenwimpern, Altersversch. ders. 183. — d. reifen u. unreifen Frucht 801.
Aura sanguinis s. Blutdunst. — seminalis 754.
Auricula s. Aeusseres Ohr.
Ausathmen 689.
Ausdehnbarkeit d. Muskeln. 374.
Ausdehnung d. Arterien bei d. Systole 495. — d. Herzens 483. — —, als Ursache d. Venenblutlaufes 500.
Ausdünstung 507. Vgl. Hautausdünstung.
Ausfallen d. Zähne 280. 675.
Ausfluss d. Flüssigkeiten aus Oeffnungen 222.

Ausführungsgänge d. Drüsen 622.
Ausfüllungsapparat d. Knochen 267.
Ausgangspunkte d. Todes 188.
Ausgehauchte Flüssigkeiten 142.
Aushauchung 507. Vgl. Hautausdünstung.
Aushauchende Gefässe 425.
Ausscheidung d. Drüsen 622. — d. Pflanzen 65. — aus d. Pflanzenzelle 61. Vgl. Absonderung, Excretion, Secretion.
Ausscheidungsdrüsen 621.
Ausscheidungsstoffe s. Excreta.
Ausschwitzung 507.
Aussprache 680.
Ausspritzung d. Samens 756.
Ausspritzungsgang d. Samens 756.
Austauschungstheorie, respiratorische, 692.
Auswurfsstoffe 143.
Auszehrung 105.
Automatische Bewegungen 389.
Axillarknospen 14.

B.

Bacilli 646.
Backen, Bewegung. ders. 397. Vgl. Wangen.
Bälkchen d. Albuginea penis 758.
Bänder 332. 339. —, Altersversch. ders. 182. Vgl. Ligamenta.
Bänderlehre 328.
Balken, Function dess. 581. S. a. Trabeculae.
Bandapparat d. Gelenke 339.
Bandknorpel s. Faserknorpel.
Bandwürmer 11. 86.
Barometerstand 251.
Bart, Raçenversch. dess. 97. 98. 99. 100.
Baryum 25.
Basis d. Schädels 295.
Bassorin s. Pflanzenschleim.
Bastgewebe 58.
Bastzellen 58.
Bauch 70. 107. —, Altersversch. dess. 109. 186. Vgl. Bauchhöhle, Unterleib.
Bauchathmen 686.
Baucheingeweide, Temperamentsversch. ders. 115.
Bauchfalten s. Visceralplatten.
Bauchfell Altersversch. dess. 186.
Bauchhöhle, Geschlechtsversch. ders. 202.
Bauchplatten s. Visceralplatten.
Bauchspeicheldrüse s. Pancreas.
Becken 307. —, Bewegungen dess. 398. —, Geschlechtsversch. dess. 110. 111. 282. 307. 308. 309. — d. Menschen 70. —, Raçenversch. dess. 112. 114.
Beckenachse 308.
Beckenknochen 307. —, Altersversch. ders. 175. 280.
Beckensymphysen, Einfluss. d. Schwangerschaft auf dies. 772.
Befruchtung 72. 750. —, Veränderungen d. Eies nach ders. 772. —, — d. mütterl. Körp. nach ders. 768.
Begattung 750.
Begränzungshaut d. Nervenfäserchen 523.
Beine, Altersversch. ders. 109. 110. 279. —, Geschlechtsversch. ders. 107. —, Raçenversch. ders. 112.
Beinerv s. N. accessorius Willisii.
Beinhaut s. Knochenhaut.
Belegungskörper s. Ganglienkugeln.
Bertholin'sche Drüsen s. Cowper'sche Drüsen.
Beryll 25.
Beschäftigung, Einfluss ders. auf die Form d. Körp. 116. — — — d. Kopfes 287. — auf Sterblichkeit 190.
Bestehen d. Körp. 16. — d. Pflanzen 45. — d. Thiere 73.
Bestimmbarkeit 40.
Bewegung 91. 217. 241. 363. —, antagonistische 390. —, associirte 390. 556. 575. — d. Augapfels 396. 661. —, automatische 389. — d. Cerebrospinalachse 587. — d. Elementarzellen 155. — d. Gase 225. — d. Magens 729. — d. Muskeln 385. — d. Pflanzen 68. — d. Pflanzenzelle 62. — d. Säfte durch d. Pflanze 67. — d. Samenthierchen 754. —, Temperamentsversch. ders. 115. — d. Thorax 685. — d. Zelleninhaltes d. Pflanzen 62. — d. Zunge 666. Vgl. Unwillkührliche Bewegung, Willkührliche Bewegung.
Bewegungsfasern s. Motorische Fasern.
Bewegungshirnnervenfasern 560.
Bewegungskraft 363. — d. Gehirns 581. — d. Sympathicus 594. — d. Venen 428. — d. Zellgewebes 603.
Bewegungsnerven 534. 559.
Bewegungsorgane s. Bänder, Knochen, Knorpel, Muskeln.
Bezoarsteine 159.
Bild im Sehapparat 654.
Bildung d. Skelets 278. Vgl. Entstehung, Entwickelung, Form.
Bildungsexcess d. Skelets 285.
Bildungsfehler 170.
Bildungskraft 364. 513. Vgl. Regenerationskraft.
Bildungsmangel d. Skelets 285.
Bildungsperioden 1. 18. —, Geschlechtsversch. d. Verlaufs ders. 110. 202. — d. Menschen 169. — d. Pflanzen 45. — d. Thiere 73. Vgl. Fötus, Greisenalter, Jugend, Kindesalter, Mannesalter, Pubertätszeit.
Bildungssäfte d. menschl. Körp. 142.
Bildungsstoff s. Keimstoff.
Bildungstrieb s. Bildungskraft.
Bilifellinsäure 732.
Bilifulvin 126. 732.
Bilin 76. 125. 732.
Biliphaein s. Gallenfarbstoff.
Bilis s. Galle.
Biliverdin 126. 732.
Binäre Verbindungen im menschl. Körp. 121.
Bindegewebe s. Zellgewebe.
Bindesubstanz s. Zellgewebe.
Biodynamische Theorie d. Gerinnung 463.
Bissen 724.
Bläschen s. Zellen.
Blättchen 143.
Blas alterativum 513.
Blasengrün 53.
Blasenoxyd s. Cystin.
Blasenschwanzwurm 12.
Blasensteine 159.
Blasenwürmer 11. 86.
Blastem s. Keimstoff.
Blastema dentis s. Zahnkeim.
Blastoderma s. Keimhaut.
Blastos cicatriculae vitell. 785.
Blattgrün 53.
Blei 25. — im menschl. Körp. 121.
Bleibende Knorpel 323.
Blendung s. Iris.
Blinddarm, Absonderungsflüssigkeit dess. 737. —, Entwickelung dess. 789. —, Verdauung in dems. 737.
Blinddarmförmige Drüsen 151. 621.
Blüthe d. Pflanzen 59.
Blüthenperiode 18. — d. Menschen 176. — d. Pflanzen 46. — d. Thiere 74.
Blut 142. 449. —, Altersversch. dess. 172. 177. 178. 438. —, Aufnahme d. Sauerstoffs in dass. 699. —, Bildung dess. im Embryo 470. 713. 741. 787. —, Einfluss dess. auf d. Herzthätigkeit 491. —, — auf d. Kreislauf 478. —, Fette dess. 136. —, Geschlechtsversch. dess. 201. — d. Milzvene

741. —, Temperamentsversch. dess. 114. —, Veränderung dess. durch d. Athmen 696. —, — in d. Milz 741. —, — durch d. Schwangerschaft 768.
Blutadern s. Venen.
Blutarten 466. S. Arterienblut, Fötalblut, Menstrualblut, Pfortaderblut, Venenblut.
Blutbahn s. Blutkreislauf.
Blutbereitung s. Blutbildung.
Blutbewegung s. Blutkreislauf.
Blutbildung 513. —, Altersversch. ders. 178. — in d. embryonalen Leber 713. 741. —, Geschlechtsversch. ders. 111. 201. 202. — in d. Milz 741. Vgl. Blutkörperchen.
Blutbläschen s. Blutkörperchen.
Blutbraun 465.
Blutcasein s. Globulin.
Blutcoagula d. Leiche 196.
Blutdrüsen 439. 620.
Blutdunst 449. 451. 461.
Blutfarbstoff s. Hämatin.
Blutflüssigkeit 455. 456.
Blutgefässe 144. 416. — d. Knochen 269. — d. Lunge 686. — d. Milz 740. — d. Nerven 526. — d. Nieren 744. — d. Penis 759. — d. Schilddrüse 680. — d. Sehnengewebes 329. — d. Thymusdrüse 681. — d. Uterus 765. Vgl. Arterien, Gefässe, Gefässsystem, Venen.
Blutgefässknoten s. Blutdrüsen.
Blutgefässsystem, Entwickel. dess. 435.
Blutgefässwundernetze 739.
Blutkörperchen 151. 455. —, Beziehung der Leber zur Bildung ders. beim Embryo 713. — d. Arterien- u. Venenblutes 468. —, Entwickelung ders. 470. —, farbige oder eigentliche, 457. —, farblose, 461. —, Veränderung ders. in d. Milz 741. Vgl. Blut.
Blutkreislauf 448. 476. 513. —, Altersversch. dess. 179. 438. — d. Dotters 788. — d. Embryo 798. —, Geschlechtsversch. dess. 111. 201. —, grosser, 477. — in d. Keimhaut 788. —, kleiner, 476. —, Temperamentsverschied. dess. 114. 115. Vgl. Blutlauf.
Blutkuchen 463.
Blutlauf durch d. Arterien 494. — durch d. Haargefässe 498. — durch d. Herz 479. — durch d. Pfortadersystem 503. — durch d. Venen 500.
Blutleiter, Altersversch. ders. 184.
Blutmauser 140. —, Altersversch. ders. 179. —, Temperamentsversch. ders. 114. 115.
Blutmenge, Altersversch. ders. 452. 453.
Blutreinigung s. Blutmauser.
Blutroth 133. 465. — im Chylus 475.
Blutschwamm 168. 440.
Blutserum 462. 464. —, Fett dess. 136.
Blutumlauf s. Blutkreislauf.
Blutvertheilung, Altersversch. ders. 453. — Einfluss d. Schwangersch. auf dies. 768.
Blutwasser s. Blutserum.
Blutzellen s. Blutkörperchen.
Bolus 724.
Boron 25.
Borsten d. Pflanzen 58.
Bothryocephalus latus 11.
Brachycephalische Schädelform 113.
Braunkohle 48.
Brechbewegung d. Magens 730.
Brechung d. Lichtstrahlen 653.
Brechungsvermögen d. Linse. 659.
Breite Mutterbänder, Einfluss der Schwangerschaft auf dies. 772.
Brennhaare d. Pflanzen 58.
Brennpunkt 654.
Brennweite 654.
Breschet'sche Kanäle 265.
Brom 25. 50. 75.
Bronchien 336. 337. —, Altersversch. ders. 179. 185.
Brütung 751.
Brunnenwasser 718.
Brunner'sche Drüsen 706. 708.
Brust s. Brustkasten.
Brustathmen 686.
Brustbein 304. —, Altersversch. dess. 279. —, Bewegungen dess. 398. —, Geschlechtsversch. dess. 281. 306.
Brustbeinschlüsselbeingelenk 345.
Brustbeschwerden d. Alters 179.
Brustdrüsen d. Weibes 765. —, Altersversch. ders. 176. 181. 185. 186. —, Einfluss d. Schwangersch. auf dies. 772. —, Raçenversch. ders. 114.
Brusteingeweide, Temperamentsversch. ders. 115.
Brustfell, Altersversch. dess. 186.
Brusthöhle 683. Vgl. Brustkasten.
Brustkasten 69. 107. 304. —, Altersversch. dess. 109. 172. 175. 179. 185. 684. —, Function dess. bei der Circulation 504. —, Geschlechtsversch. dess. 110. 111. 201. 281. 304. 306. 684. —, Raçenversch. dess. 100. — d. reifen Frucht 801. —, Temperamentsversch. dess. 115.
Brustnerven 534. 568.
Brustwarze d. Weibes 766.
Brustwirbel, Geschlechtsversch. ders. 281.
Buckel, vorderer, 305.
Bündelförmige Faserorgane 332.
Bulimus 722.
Bursae mucosae sublinguales 666.
Busen 111. Vgl. Brustdrüsen d. Weibes.
Butter in d. Frauenmilch 767.
Butterfett s. Butyrin.
Buttersäure 136. — im Harn 748.
Butyrin 76. 136. — als Nahrungsmittel 721.

C.

Cadmium 25.
Calcaneus s. Fersenbein.
Calcium 25. 50. 75. 120.
Calculi biliares, urinarii 159.
Callus 274.
Caloricum 227 s. Wärme.
Cambium 57.
Campers'che Gesichtslinie 299.
Camper'scher Gesichtswinkel 69. —, Raçenversch. dess. 97.
Canales: diploici 297; Fontanae anterior, medius, posterior 643; Schlemmii 639; spinalis s. Spinalkanal; supracondyloideus 313; urogenitalis 760.
Canaliculi chalicophori dentium 670. — — ossium 267. — medullares ossium 265.
Capacität d. Lungen 687.
Capillargefässe s. Haargefässe.
Capillarität 31. 91. 207.
Caprinfett 136.
Caprinsäure 136.
Capronfett 136.
Capronsäure 136.
Capsulae: dentium 671; lentis 647.
Caput s. Kopf. — obstipum 303.
Caraghenin 720.
Carcinoma 166.
Carina 7:6.
Caro 364.
Carpal-Carpalgelenk 352.
Carpal-Metacarpalgelenk 353.
Cartilagines s. Knorpel. — articulares s. Gelenkknorpel. — dentis 673. — fibrosae s. Faserknorpel — figuratae 324. — flavae 320. 323. — formativa 261. 270. 323. 327. — genuinae 320. 323. — interarticulares s. Zwischenknorpel. — ligamentosae s. Faserknorpel. — ossescens 261. 270. 323. 327. — ossium 261. 323. 327. — permanentes s. Aechte Knorpel. — temporariae s. Verschwindende Knorpel.

Casein s. Käsestoff.
Castorin 76.
Catamenia s. Menstruation.
Cavernöse Gebilde 439. — Körper d. Ruthe 758.
Cavitas pectoris, thoracis 683. Vgl. Brustkasten. — tympani s. Paukenhöhle.
Cellulae s. Zellen. — chalicophorae ossium 266. — mastoideae 635. — medullares ossium 268. — primitivae nucleatae s. Elementarzellen.
Cellulose 52. — als Nahrungsstoff 720.
Cement 81. 670.
Centrale Action d. Nerven 553. — Blutbewegung 477. — Ganglienkugeln 525. — Primitivnervenfasern 524.
Centralganglien 548.
Centralhöhle d. Dotters 785.
Centralknoten 547. 548.
Centrallinie d. Beckens 308.
Centralorgane d. Nervensystems, Function ders. 558.
Centraltheile d. animalen Nervensystems 534.
Centrifugale Action d. Nerven 553.
Centripetale Action d. Nerven 553.
Centrum cerebrospinale 534. — excitomotorium 575.
Cephalot 136. 527.
Cer 25.
Cerasin 51.
Ceratin s. Hornstoff.
Cerebellum s. Kleinhirn.
Cerebralsystemganglien 548.
Cerebrin 76. 136. 527. — im Blute 466.
Cerebrinsäure 136. 527.
Cerebrol 136.
Cerebrospinalflüssigkeit 586. —, Altersversch. ders. 180. 184.
Cerebrospinalganglien 548.
Cerebrospinalnervensystem 530. 553.
Cerebrot 136. 527.
Cerebrum s. Hirn.
Cerumen s. Ohrenschmalz.
Cestoidea 11.
Cetin 76.
Chalazae 785.
Chemische Eigenschaften: d. Arterien- und Venenblutes 468; d. Blutes 464; d. Chylus 475; d. elastischen Gewebes 334; d. Faeces 738; d. Frauenmilch 766; d. Fruchtschleims 796; d. Haare 620; d. Harns 747; d. Kindspechs 796; d. Knorpel 317; d. Lymphe 474; d. Muskeln 376; d. Nervensubstanz 526; d. Sehnengewebes 329; d. Zahnbeins 670; d. Zahnschmelzes 668; d. Zellgewebes 603. Vgl. Chemisches Verhalten, Mischungsbestandtheile.
Chemische Gesetze: im menschl. Körp. 237; im Thierkörp. 91.
Chemische Kräfte 30.
Chemisches Verhalten: d. Blutbläschen 460; d. eingeathmeten Luft 693; d. Zellen 150. Vgl. Chemische Eigenschaften.
Chemismus d. Medicin 239. — d. Respiration 691.
Chitin 76. 85.
Chlor 25. — im menschl. Körp. 119. — in d. Pflanzen 50. — im Thierkörp. 75.
Chlorcalcium 122.
Chloreisen im menschl. Körp. 123.
Chlornatrium 123. — als Nahrungsst. 718.
Chlorophyll 53.
Chlorwasserstoffsäure im menschl. Körp. 122.
Choc d. Herzens s. Herzschlag.
Cholalsäure 732.
Choleinsäure 732.
Choleinsaures Natron im menschl. Körp. 124.
Cholepyrrhin s. Gallenfarbstoff.
Cholerisches Temperament 114.
Cholestearin s. Gallenfett.
Cholinsäure 732.
Choloidsäure 732.
Chololithen 159.
Cholsäure 732.
Cholsaures Natron im menschl. Körp. 124.
Chondrin 76. 135. 262. 318.
Chondrologia 316.
Chorda dorsalis, spinalis, vertebralis s. Rückensaite.
Chordae tendineae cordis 480.
Chordensystem 559.
Chorioidea s. Choroidea.
Chorion 761. 776. —, Bildung dess. im Säugethiereie 792. — frondosum 777. 794. — laeve, pellucidum 777.
Choroidea 640. —, Altersversch. ders. 180. — Function ders. 657.
Chrom 25.
Chylöser Harn 749.
Chylus 142. 474.
Chylusassimilation, Altersversch. ders. 179.
Chylusbildung, Altersversch. ders. 178. —, Geschlechtsversch. ders. 201.
Chylusgefässe, Geschlechtsversch. ders. 202.
Chyluskörperchen 475.
Chylusresorption, Altersversch. ders. 178.
Chymus 730.
Chymificatio s. Magenverdauung.
Cicatricula vitelli 785.
Cilia s. Wimpern.
Ciliarnerven 641.
Ciliartheil d. Retina 646.
Circuitus sanguinis s. Blutkreislauf.
Circulatio sanguinis s. Blutkreislauf.
Circulus arteriosus iridis major, minor 644. — sanguinis s. Blutkreislauf. — venosus areolae 766. — — iridis 639.
Civilisation in Bezug auf Sterblichkeit 191.
Clavicula s. Schlüsselbein.
Climacterische Jahre 177.
Clitoris 765. —, Entwickelung ders. 795. — d. reifen u. unreifen Frucht 801.
Coagulatio s. Gerinnung.
Coagulum chyli 475. — lactis 766. — lymphae 473. — sanguinis 463.
Coecum s. Blinddarm.
Coenaesthesis 560.
Coincidenz d. Empfindungen 561.
Colla 134. 262.
Colliculi gangliosi 542.
Colostrum 766.
Colostrumkörperchen 766.
Columna vertebrarum s. Wirbelsäule.
Combination d. Elemente in organ. u. unorg. Körp. 25. — d. Nerventhätigkeit 557.
Combustio spontanea 231.
Commissura alba 538. — cinerea 537.
Communicirende Röhren, Gesetze ders. im menschl. Körp. 221.
Compressibilität 211.
Concentrische Körper d. Thymus 681.
Concha auris s. Aeusseres Ohr. — narium inferior s. Nasenmuschel, untere.
Concretionen, pathologische, in Höhlen 158. —, —, in Parenchymen 160.
Coni 646.
Conjugata 308.
Conjunctiva, Altersversch. ders. 180. 184.
Consensus 246.
Consistenz d. Blutes 451. — d. Faeces 738. — d. menschl. Körp. 206. — Veränderungen ders. in d. Leiche 198.
Consonanten 679.
Constitution d. Menschen 102. —, Einfluss ders. auf Formversch. 114.
Contactwirkungen 24.

Continuae 679.
Contractile Fasern 92. 243. 364.
Contractiles Zellgewebe 603.
Contractilität d. Arterien 419. — d. Gefässe 415. — d. Saugadern 433. — d. Venen 428. — — als Ursache d. Venenblutlaufes 501. — d. Zellgewebes 603. 604.
Contraction d. Herzens 480. — —, Altersversch. ders. 171. 480. — —, Ausdehnung u. Schlängelung d. Arterien bei ders. 495. — —, Einfluss ders. auf d. Venenblutlauf 500. — — u. d. Gefässe, Einfluss ders. auf d. Kreislauf 478. — d. Muskeln, Einfluss ders. auf d. Venenblutlauf 501.
Contractionskraft 364. — d. Muskeln 378. — d. peripherischen Gefässsystems 499.
Coordination d. Nerventhätigkeit 557.
Cor s. Herz.
Corium s. Lederhaut.
Cornea s. Hornhaut.
Cornua valvularum venosarum 427.
Corpora: callosum 581; cavernosa 439; cavernosa penis 337. 758; ciliare choroideae 643; ciliare hyaloideae 650; ciliare retinae 646; erectilia 439; luteum 762; mamillaria, Altersverschied. ders. 185; nervosum 613; papillare 613; quadrigemina s. Vierhügel; striata s. Streifenhügel; vitreum s. Glaskörper
Corpuscula: cartilaginum s. Knorpelkörperchen; muci 612; Malpighi lienis 739; — renum 744; nervea s. Ganglienkugeln; nucleata 542; ossium 266; Pacini 533; sanguinis s. Blutkörperchen.
Costae s. Rippen.
Cowper'sche Drüsen 757. — —, Saft ders. 143. — — beim Weibe 765.
Cranioscopie 289.
Cranium s. Schädel.
Crassamentum sanguinis s. Blutkuchen.
Creatin 140. — im menschl Körp. 134. — in d. Muskeln 376. — im Thierkörp. 76.
Creatinin im menschl. Körp. 134. — in d. Muskeln 376.
Crispatio musculorum 378.
Cruor 377. 463.
Cruorine 465.
Crusta inflammatoria, pleuritica 463.
Cryptae Lieberkühnianae 707. — mucosae s. Schleimdrüsen.
Cryptococcus fermentum 8.
Crystallin 132. 133.
Cumulus proligerus s. Keimhügel.
Curvensystem d. Linse 647.
Cuticula 614. — vitelli s. Dotterhaut.
Cutis s. Haut.
Cyanurin 748.
Cyclopie 288.
Cylinderepithelium 151. 608.
Cyphosis 303.
Cystica 11.
Cysticercus cellulosus 12.
Cystin im Harn 748. — in Harnsteinen 159. im menschlichen Körp. 128. — im Thierkörp. 76.
Cytoblastus s. Zellenkern.
Cytoblastema s. Keimstoff.

D.

Dactylius aculeatus 11.
Damm d. Venenklappen 427.
Dammmuskeln, Altersversch. ders. 181. 188.
Darmbewegungen d. Embryo 800.
Darmbläschen s. Nabelbläschen.
Darmexcremente s. Faeces.
Darmkanal 705. —, Altersversch. dess. 171. 187. —, Entwickelung dess. 789. 794. —, Wimperbewegung in dems. 92.
Darmnabel 792.
Darmplatten 789.
Darmrinne 788. 789.
Darmsaft 142. 143. 731.
Darmschleimhaut, Altersversch. ders. 179. 187.
Darmsteine 158.
Darstellung, künstliche, organ. u. unorgan. Körp. 27.
Daumengelenk 353.
Definitiver Callus 274.
Deformitates 170.
Deglutitio s. Schlingen.
Dehnbarkeit im menschl. Körp. 212. — im Thierkörp. 91.
Denkfasern 531. 559. 580.
Dentales 679.
Dentes s. Zähne. — decidui, lactantes temporarii s. Milchzähne. — permanentes 674.
Denticola 158. 668.
Dentitio s. Zahnen.
Deprimirende Reize 551.
Dermatologia 597.
Dextrin s. Stärkemehlgummi.
Diagnostik, physikalische, 256.
Diarthrosis 337.
Diastase 52.
Diastole cordis 483.
Diastolischer Herzton 487.
Dichte Knochensubstanz 264.
Dichtes Zellgewebe s. Geformtes Zellgewebe.
Dicephalus 288.
Dickdarm, Entwickelung dess. 789. —, Geschlechtsversch. dess. 202. —, Verdauung in dems. 736.
Didym 25.
Diffusion d. Gase, atmosphärische und parenchymatöse 699. — — durch poröse Scheidewände 37. 698.
Digestio s. Verdauung.
Dignathus 299.
Diploë 264. — d. Schädelknochen 297. — —, Altersversch. ders. 183.
Diprosopus 299.
Discus proligerus s. Keimscheibe. — vitellinus 785.
Distoma hepaticum, lanceolatum, oculi humani 11.
Dolichocephalische Schädelform 113.
Dolores ad partum 752.
Doppelschlägiger Puls 495.
Doppelsehen mit einem Auge 661.
Dotter 16. 761. 784.
Dotterarterien 788.
Dotterflüssigkeit 761.
Dottergang 778. 783. 790. 792.
Dotterhaut 16. 152. 784.
Dotterhof 786.
Dotterkreislauf 788.
Dotterkugel s. Dotter.
Dotterscheibe 785.
Dottervenen 788.
Dracunculus 10.
Drängen beim Stuhlgang 689.
Drehgelenk 337.
Dreigetheilter Nerv s. N. trigeminus.
Drillingsschwangerschaft 769.
Druck d. Atmosphäre 224. 251. — d. Flüssigkeiten im menschl. Körp. 221. — in Bezug auf Fäulniss 199.
Druckkraft d. Herzens 490.
Drucksinn 618.
Drüsen 83. 620. — d. Verdauungsschleimhaut 702. — —, Altersversch. ders. 179. 187. Vgl. Glandulae, Lymphdrüsen.
Drüsenbläschen 621.
Drüsengewebe 83.
Drüsenlehre 597.
Drüsensäfte 142.

Drüsensystem 620.
Dualismus 29. —, seitlicher, 108.
Ductus: arteriosus Botalli 171. 447. 799; —, Altersversch. dess. 171. 174; ejaculatorius seminis 756; entericus s. Dottergang; interlobulares 711; omphalomesaraicus, omphalomesentericus s. Dottergang; venosus Arantii 799; —, Altersversch. dess. 171. 174; vitello-intestinalis s. Dottergang.
Dünndarm, Entwickelung dess. 789. —, Geschlechtsversch. dess. 202. —, Verdauung in dems. 730.
Dunkler Fruchthof s. Gefässhof.
Dura mater s. Harte Hirnhaut.
Durchmesser: d. Beckens 308; d. Brusthöhle 304. 684; d. Herzens 442; d. Schädels 295; d. schwangern Uterus 770.
Durchsichtiger Fruchthof 785. 791. 794.
Durchsichtigkeit, cadaverische, 199.
Durchweichende Flüssigkeit s. Keimstoff.
Durst 722.
Duverney'sche Drüsen s. Cowper'sche Drüsen.
Dynamik d. menschl. Körp. 213.
Dyscrasieen 470.
Dyslysin 732.

E.

Ebur dentis s. Zahnbein.
Echinococcus hominis 12.
Ei 15. 16. —, Entwickelung dess. 72. 783. — d. Menschen 761. —, Veränderungen dess. nach d. Befruchtung 772. — d. Vogels, unbebrütetes 784.
Ejaculatio seminis 756.
Eichel 758.
Eierstock 761 —, Altersversch. dess. 181. 188. —, Befruchtung in dems. 751. —, Entwickelung dess. 760. 790. —, Vorgänge in dems. während d. Menstruation 767.
Eigenwärme 229.
Eihaut s. Chorion.
Eileben s. Fötalperiode.
Eileiter 762. —, Entwickelung ders. 760. —, Veränderungen des Eies in dens. 773.
Einathmen 688.
Einfache Gewebe 79.
Einfachste thierische Substanz s. Keimstoff.
Eingeweidelehre 597.
Eingeweideskelet 282.
Eingeweidewürmer s. Entozoen.
Einrichtungsvermögen d. Auges 661.
Einsaat 751.
Einsaugen s. Saugen.
Einschachtelungstheorie 5.
Einspeichelung 723. —, Altersversch. ders. 178.
Einzelwesen 1.
Eisen 25. — im Blute 464. — im Chylus 475. — in d. Frauenmilch 767. — in d. Galle 733. — im Harn 748. — im menschl. Körp. 120. — in d. Pflanzen 50. — im Thierkörp. 75.
Eistoff s. Eiweissstoff.
Eiter 163.
Eiterkörperchen 151. 162.
Eiterplacenta 164.
Eiterstoff s. Pyin.
Eiweiss 47. 784. — im Blute 465. — im Chylus 475. — in d. Lymphe 474. — als Nahrungsstoff 719. —, Verdauung dess. 728. Vgl. Eiweissstoff.
Eiweissartige Nahrungsmittel 715. — Stoffe als Nahrungsmittel 719. — —, Verhalten ders. zum Speichel 723.
Eiweissstoff 130. — im Harn 749. — in d. Nervensubstanz 527. — in d. Pflanzen 47. 52. — in d. Thierkörp. 76.
Elaërin 136.
Elain s. Oelstoff.
Elainsäure s. Oelsäure.
Elasticität 91. 212. — d. Arterien 419. — d. mittlern Arterienhaut 418. — d. Muskeln 374.
Elasticitätsveränderungen, cadaverische, 198.
Elastische Arterienhaut 417. — Bänder 336. — Fäserchen 335. — Fasergewebe 333. — Fasern 334. — Gefässhäute 337. — Gefässhaut s. Mittelste Arterienhaut. — —, wahre, 413 — Gewebe 83.
Eleencephol 136. 527.
Elektricität 91. 234. — d. Blutes 452. — als Heilmittel 236. — der Luft 236. 253.
Elektricitätsentwickelung, organische 41. — im thier. Organismus 94.
Elelektrische Organe d. Zitterfische 94.
Elementare Formbestandtheile d. menschl. Körp. 143. — Kanäle 144.
Elementarfasern d. Muskeln 366. — d. Sehnen s. Sehnenfäserchen. — d. Zellgewebes 599.
Elementarkörnchen 145. 148. — im männlichen Samen 753.
Elementarstoffe d. menschl. Körp. 117.
Elementartheile d. menschl. Körp. 143.
Elementarzellen 143. 146. —, Bewegung ders. 155. —, Entstehung ders. 147. —, Kräfte ders. 154.
Elemente, Combinationen ders. in organ. u. unorgan. Körp. 25.
Ellenbogenbein 313. —, Altersversch. dess. 280.
Ellenbogengelenk 348.
Email d. Zähne s. Zahnschmelz.
Emailorgan 672.
Emailpulpa 672.
Emanationstheorie 233. 653.
Embryo s. Fötus.
Embryokügelchen 47.
Embryonalfleck s. Keimhügel.
Emissaria Santorini 297.
Emissionstheorie 233.
Emmert'sches Ohrbläschen 628.
Empfänglichkeit s. Receptivität.
Empfindlichkeit s. Sensibilität.
Empfindung 530. 559. —, associirte, 556. 575. —, Geschlechtsversch. ders. 203.
Empfindungsfasern 530.
Empfindungsnerven 534. 559. —, reine, 534.
Empfindungsnervenfasern 560.
Empresmus 231.
Emulsin 52.
Enarthrosis 338.
Encephaloid s. Markschwamm.
Encephalon s. Hirn.
Enchym 622.
Endigung d. Harnkanälchen 743. — d. Nerven 532. — d. Saugadern 432. — d. Tastnerven 618.
Endochorion 777. 780. Vgl. Gefässblatt.
Endogene Zellen d. Drüsen 623. — Zeugung d. Zellen 148.
Endolympha 143.
Endosmose s. Enosmose.
Endosperm 47.
Endplexus d. Nerven 373. 532.
Endschlingen d. Nerven 373. 532.
Enosmose 33. 91. 208.
Entartungen 156.
Entbildung 513.
Enthüllung d. Embryo 752.
Entomaderm 85.
Entophyten 8.
Entozoen 9. 86. —, infusorielle, 7.
Entstehung 5. — d. Blutes b. Embryo 470. 713. 741. 787. — d. Eier im Eierstock 761. — d. Elementarzellen 147. — d. Ge-

webe 145. — d. Knorpel 322. — d. Nervensystems 528. — organ. Masse aus unorgan. Stoffen 13. — d. Pflanzen 43. — d. Samenthierchen 755. — d. Thiere u. d. Menschen 71. — d. venösen Blutes 471. 513. — d. Zellgewebes 601. Vgl. Entwickelung.

Entwickelung: d. äussern Geschlechtstheile 760; d. äussern Ohres 629. 795; d. Annulus tympani 629; d. Aortenbulbus 788; d. Athmungsorgane 700; d. Augenlider 795; d. Auges 651. 786. 795; d. Blinddarms 789; d. Blutgefässsystems 435; d. Blutkörperchen 470; d. Chorion 792; d. Clitoris 795; d. Darmkanals 789; d. Eierstocks 760. 790; d. Eies 72. 783; d. Eileiter 760; d. elastischen Gewebes 335; d. Embryo 783; d. Extremitäten 787. 788; d. Fettzellen 606; d. Gefässsystems 435; d. Gehirns 528. 786; d. Gehörknöchelchen 629; d. Gehörnerven 628. 788; d. Gehörorgans 627. 787; d. Geruchsorgans 663; d. grossen Venenstämme 787; d. Grosshirnhemisphären 788; d. Grosshirnschenkel 786. 787; d. Gubernaculum Hunteri 760; d. Halsknochen, d. Halsmuskeln 788; d. Harnblase 780; d. Herzbeutels 790; d. Herzens 787. 794; d. Herzkammern, d. Herzohren 788; d. Hirnhäute 787; d. Hirnzellen 786; d. Hoden 760. 790; d. Hodensackes 760; d. Kehlkopfs 700; d. Kleinhirns 787; d. Knochen 269; d. Knorpel 322; d. Kopfes 794; d. Labyrinthes d. Ohres 628; d. Leber 789. 794; d. Lippen 795; d. Luftröhre 700. 789; d. Lungen 700. 789; d. Lymphgefässsystems 438; d. Magens 789; d. Menschenembryo 793; d. Milz 789. 796; d. mittlern Ohres 629; d. Muskelgewebes 381; d. musculösen Faserzelle 244; d. Nabelgefässe 790; d. Nase 795; d. Nebennieren 682. 790; d. Nervensystems 528; d. Nieren 790. 795; d. Oberkiefers 788; d. organisirten patholog. Gebilde 161; d. Pancreas 789. 796; d. patholog. Gebilde 156; d. Paukenhöhle 629; d. Penis 760. 795; d. Pflanzen 44; d. Riechnerven 788; d. Rippen 786. 788; d. Rückenmarkes 528. 786. 787; d. runden Mutterbänder 760; d. Säugethiereies 791; d. Samenleiter 760; d. Schafhaut 788; d. Sehhügel 786; d. Sehnerven 788; d. Skelets 278; d. Thymusdrüse 682; d. Tuba Eustachii 629; d. Unterkiefers 788; d. Urachus 780. 789; d. verlängerten Markes 786; d. Vierhügel 786; d. Vogelembryo 785; d. Vorkammern d. Herzens 788; d. Wirbelbogen 278. 786; d. Wirbelsäule 786; d. Zähne 671, d. Zellen 54. 145; d. Zunge 666, d. Zungenbeins 788. Vgl. Entstehung.

Entwickelungsstufen s. Bildungsperioden.

Entzündungshaut 463.

Entzündungskugeln 162.

Epiblema plantarum 58.

Epidermis s. Oberhaut.

Epidermoidalgewebe d. Pflanzen 58.

Epigenese 5.

Epiglottis, Altersversch. ders. 172.

Epiphyten 8.

Epistropheus, Altersversch. dess. 279.

Epithelium 80. 607. — ciliatum vibratorium s. Flimmerepithelium. — cylindraceum 608. — d. Gefässe 421. —, horizontal fadig aufgereihtes, 154. 369. — lamellosum s. Pflasterepithelium. — plantarum 58. — d. Schleimhäute 611.

Epitheliumzellen 607.

Epizoen, infusorielle, 7.

Erbium 25.

Erbsenbeingelenk 353.

Erden als Nahrungsstoffe 719.

Erdmagnetismus 234.

Erectile Gebilde 439.

Erethismus 249.

Erfrieren 231.

Erkältung 232.

Ernährung 448. 507. 512. —, Altersversch. ders. 178. 438. — d. Blutes 470. — d. Gefässe 414. —, Geschlechtsversch. ders. 111. 201. 202. — d. Knochen 267. 269. 273. — d. Knorpel 318. — d. Muskelgewebes 383. — d. Pflanze 65.

Erregbarkeit s. Reizbarkeit.

Erregung 40. 248. — d. Muskelthätigkeit 386. — d. Nerven in d. Centralorganen 558. — durch Querleitung 575.

Erschöpfungstod 22.

Erstarrung s. Gerinnung.

Eruptio dentium 673.

Erwachsene s. Mannesalter.

Erweiterer d. Pupille 644.

Erweiterung s. Ausdehnung.

Erythrogen 465.

Esslust 722.

Evolutionstheorie 5.

Excentrische Erscheinung der Nerventhätigkeit 554.

Excernirte Ausscheidungsstoffe s. Excreta.

Excisurae obturatoriae 312.

Excitatorische Fasern 531. 576.

Excitirende Reize 551.

Excitomotorische Fasern 531. — Nerven 536. 576.

Excitomotorisches Nervensystem 577.

Excitorische Fasern s. Excitator. Fasern.

Excreta 127. 142. 507. 508.

Excretion 17. 38. —, absolute u. relative, 513. — d. Embryo 800. Vgl. Absonderung, Ausscheidung, Secretion.

Exhalatio 507.

Exochorion s. Aeussere Eihaut.

Exogene Zeugung d. Zellen 149.

Exosmose 33. 91.

Expansion 212.

Explosivae 679.

Exscreatio 689.

Exspiratio 689.

Exsudatio 507.

Exsudatkörperchen 162.

Exsudatzellen 163.

Extractartige Materie 139.

Extractivstoffe, thierische, 139.

Extrauterinschwangerschaft 769.

Extremitäten s. Gliedmaassen.

F.

Facies s. Gesicht. — Hippocratica 192.

Facultas auctrix, formatrix, nutrix, vegetativa 513. — percipiendi 39. — reagendi 40.

Fadenförmige Horngebilde 81.

Fadenpilze auf Schleimhäuten 8.

Fadenwürmer 10. 11.

Faeces 737. —, Geschlechtsversch. ders. 202.

Fäserchen 143. Vgl. Elastische Fäserchen, Muskelfäserchen, Nervenfäserchen, Sehnenfäserchen.

Fäulniss 23. — d. Leiche 199.

Falsche Nieren s. Wolff'sche Körper.

Falsches Amnion 788.

Farbe d. Arterien- u. Venenblutes 467. — d. Blutes 449. — d. Fötalblutes 470. — d. Haare 620. — d. Lymphdrüsen 434. — d. Muskeln 374.

Farbeveränderungen, cadaverische, 198.

Farbstoffe d. Blutbläschen 460. — d. Blutes s. Hämatin. — d. Choroidea 641. 642. — d. Galle s. Gallenfarbstoff. — d. Harns 128. 747. — d. Iris 644. — d. Muskeln 377. — d. pathol. Niederschläge 158. — d. Pflanzen 53.

Fasciae: abdominales s. Visceralplatten; musculares 333; penis 758.
Fasciculi: fibrosi 332; musculares 365.
Faserbildung, pathologische, 163.
Fasergewebe s. Sehnengewebe.
Faserhäute 332.
Faserhaut 463. — d. Leber 709. — d. Venen 426.
Faserknorpel 320. 323. 326.
Faserkrebs 168.
Fasern s. Contractile Fasern, Elastische Fasern, Kernfasern, Muskelfasern, Nervenfasern, Sehnenfasern, Zellenfasern, Zellgewebsfasern.
Fasernetze, Verwandlung d. Zellen in dies. 153.
Faserstoff 76. 130. — im Blute 465. — im Chylus 475. —, Fett dess. 136. — in d. Lymphe 474. — in d. Muskeln 377. — als Nahrungsstoff 719. —, Veränderung dess. im Magen 728.
Faserstoffcoagula in d. Leichen 196.
Faserstoffgehalt d. Arterien- u. Venenblutes 467.
Fasersystem 328.
Faserzellen d. Zellgewebes 601.
Favuspilze 9.
Fehlgeburt 169. 800.
Fel s. Galle.
Fellinsäure 732.
Fenestra ovalis, Altersversch. ders. 280.
Fersenbein, Altersversch. dess. 280.
Fersensprungbeingelenk 359.
Feste Formbestandtheile d. menschl. Körp. 143.
Fettbläschen 605. 606.
Fette 52. 76. 135. — d. Blutes 136. 465. — d. Chylus 475. — d. Faserstoffs 136. — d. Galle 136. 733. — d. Globulins 136. — d. Haare 136. 620. — d. Harns 750. — d. Hirns 136. 527. — d. Lymphe 474. — d. patholog. Niederschläge 157. — d. Schweisses 136. — d. Serum 136. —, Verdauung ders. im Dünndarm 736. —, Verhalten ders. im Magen 728.
Fette Körper als Nahrungsstoffe 720. 721.
Fette Oele in d. Pflanzen 52.
Fettgewebe 606. 614.
Fetthaut s. Panniculus adiposus.
Fettige Nahrungsmittel 715. — Substanz, patholog., 164.
Fettmetamorphose zelliger u. faseriger Gebilde 164.
Fettsäure 76. 135.
Fetttraubchen 606.
Fetttröpfchen 606.
Fettwachs 24.
Fettzellen 151. 268. 602. 606.
Feuchtigkeit d. Luft 252.
Fibrae decussantes s. Kreuzungsfasern. — elasticae 334. — motoriae s. Motorische Fasern. — musculares s. Muskelfasern. — nerveae primitivae s. Nervenfäserchen. — sensitivae 530. — tendineae s. Sehnenfasern.
Fibrillae 143. — elasticae 335. — musculares 366. — nerveae s. Nervenfäserchen. — tendineae 329. 331.
Fibrin s. Faserstoff.
Fibrocartilagines s. Faserknorpel. — sesamoideae 326.
Fibröse Häute 333.
Fibrös-seröse Häute 333.
Fibroin 52.
Fibula s. Wadenbein, Unterschenkelknochen.
Fila gustatoria 665. — muscularia 366.
Filaria bronchialis 11. — Medinensis 10. — oculi humani 11.
Filum nerveum primitivum 524.
Filzgewebe d. Pflanzen 58.
Finger, Bewegungen ders. 399. —, Geschlechtsversch. ders. 111. 203. —, Raçenversch. ders. 112.
Fingergelenke 353.
Fingerknochen 313. —, Altersversch. ders. 280.
Finnenwurm 12.
Fischskelet 285.
Fissura orbitalis superior 299.
Flächeninhalt d. Körperoberfläche 104.
Flechsen s. Sehnen.
Flechtenstärkemehl s. Lichenin.
Fleisch 364. —, Verdauung dess. 728.
Flimmerbewegungs. Wimperbewegung.
Flimmerepithelium 91. 151. 241. 609.
Flimmerwimpern s. Wimpern.
Flocculi retinae 646.
Flüssigkeit d. serösen Säcke 610. —, durchweichende, s. Keimstoff.
Fluor 25. 75. 119.
Flusswasser 718.
Focus 654.
Fötalblut 470.
Fötaler Herzschlag 801.
Fötalleben s. Fötalperiode.
Fötalperiode 18. — d. Menschen 169. d. Pflanzen 45. — d. Thiere 73. Vgl. Fötus.
Fötalpuls 801.
Fötus, Beziehung d. Leber zur Blutkörperchenbildung bei dems. 713. 741. —, Blut dess. 470. —, Entwickel. dess. 783. —, Hornhaut dess. 639. —, Nervensystem dess. 529. —, Systole bei dems. 480. —, Zellgewebe dess. 602.
Folliculi dentium 671. — Graafiani 761.
Fontanellen 296. —, Altersversch. ders. 173. 182. 279. —, d. reifen und unreifen Frucht 801.
Fontanellknochen 296.
Fonticuli s. Fontanellen.
Foramina: centrale retinae 646; coecum 297; condyloideum posterius 297; intervertebralia s. Zwischenwirbellöcher; mastoideum 297; obturatorium s. Hüftbeinloch; opticum 299; ovale, Altersversch. dess. 171. 174; parietale 297.
Foraminula nutritia 265.
Form d. Blutkörperchen 458. — d. Haare 620. — d. Herzens 445. — d. Lymphdrüsen 434. —, organische, 2. — d. Schädels 97. 109. 110. 112. 182. 286. 287. 288. 295. — d. Thiere u. Pflanzen 50. — d. unorgan. u. organ. Körp. 29.
Formatio granulosa 154. 369.
Formbestandtheile d. männl. Samens 753. — d. menschl. Körp. 140. — d. Pflanzen 54. — d. Pflanzen u. Thiere 49. — d. Thiere 77.
Formfehler d. Knochen 285.
Formloses Zellgewebe 599. 604.
Formveränderung der Gebärmutter während d. Schwangersch. 770. — d. Zellen 150.
Formverschiedenheiten d. Beckens 309. — d. menschl. Körp. 109.
Formylsäure s. Ameisensäure.
Fortpflanzung d. Menschen 241. — d. Pflanzen u. Thiere 43. 71. — d. Pflanzenzelle 62. Vgl. Zeugung.
Fortpflanzungszellen 44.
Fossa canina, maxillaris 300.
Foveae: cardiaca 786. 791; glandulares Pachioni 297.
Foveola inferior 789.
Fragilitas ossium 263.
Freies Gelenk 337.
Freiwillige Zeugung 5.
Fretum Halleri 788.
Frucht s. Fötus.
Fruchtalter s. Fötalperiode.
Fruchthof s. Keimhügel.

Fruchtkuchen 777. 780. 782. 794.
Fruchtschleim 796. 800.
Fruchtstoff, weiblicher, 750.
Fruchtwasser 142. 779. 800.
Fruchtzucker 51. 720.
Frühgeburt 169. 800.
Function d. Blutbläschen 472. — d. Blutes 472. — d. Centraltheile d. animalen Nervensystems 535. — d. Drüsen 623. — d. einzelnen Theile d. Auges 656. — d. einzelnen Theile d. Gehörorgans 632. — d. Fettes im Blute 472. — d. Galle bei d. Verdauung 733. — d. Gehirns 579. — d. Haargefässe 424. — d. Lymphdrüsen 435. d. Lymphgefässe 433. — d. Milz 741. — d. Nebennieren 682. — d. pancreatischen Saftes bei d. Verdauung 734. — d. Penis 759. — d. Pflanzenorgane 64. — d. Plasma 472. — d. Rückenmarks 570. — d. Rückenmarksnerven 566. — d. Samenbläschen 756. — d. Schilddrüse 680. — d. sympathischen Nervensystems 587. — d. Thorax bei d. Circulation 504. — d. Thymusdrüse 682.
Fungin 720.
Fungus haematodes s. Blutschwamm. — medullaris s. Markschwamm.
Funiculus umbilicalis 782.
Furcula 314.
Fuss, Altersversch. dess. 109. 279. —, Bau dess. beim Menschen 70. —, Bewegungen dess. 400. —, Geschlechtsversch. dess. 107. 111. 282. —, Raçenversch. dess. 99. 112.
Fussgelenk 358.
Fussknochen 315.
Fusslänge 106.
Fusswurzel, Geschlechtsversch. ders. 107.
Fusswurzelknochen 315. —, Altersversch. ders. 280.

G.

Gähnen 688.
Gährung 23.
Gährungspilze 8.
Galle 142. 143. 732. —, Altersversch. ders. 178. 187. — in Gallensteinen 159. —, Verwandlung ders. im Dickdarm 737. 738.
Gallenabsonderung, Altersversch. ders. 178. — im Embryo 800. —, Geschlechtsversch. ders. 202.
Gallenbraun s. Gallenfarbstoff.
Gallenfarbstoff 76. 126. 733. — im Blute 465. — in Gallensteinen 159. — im Harn 748. — in patholog. Niederschlägen 158.
Gallenfett 76. 136. 732. — im Blute 466. — in Gallensteinen 159. — in d. Nervensubstanz 527. — in pathol. Niederschlägen 157.
Gallengrün 126. 732.
Gallenharz 126. 732.
Gallenkanälchen 710.
Gallensäure 732.
Gallenschleim 732.
Gallensteine 159.
Gallenstoff s. Bilin.
Gallentalg s. Gallenfett.
Gallerte 134. 719.
Gallertkrebs 168.
Galvanismus im Thierkörp. 91.
Gang, Geschlechtsversch. dess. 308. —, Temperamentsversch. dess. 115.
Ganglia: caroticum 548; cervicalia 547; ciliare 547. 548; composita 545; encephali 541; Gasseri 547. 548; linguale, lumbalia 547; maxillare 548; nervorum 545; ni. glossopharyngei 547. 548; ni. symphatici 543. 547. 548; ni. vagi 547. 548; oticum 547. 548; petrosum 547; petrosum ni. glossopharyngei 548; sacralia 547; sanguineo-vasculosa s. Blutdrüsen; simplicia 545; sphenopalatinum 547. 548; spinale 534; spinalia 548; thoracica 547.
Ganglienkette d. Sympathicus 545.
Ganglienkugeln 151. 522. 525. — als Organe d. Seelenthätigkeit 559.
Gangliennervensystem s. Sympathisches Nervensystem.
Ganglióse Hügel d. Gehirns 542. — Kerne d. Gehirns 542.
Gase 141. —, Aufnahme u. Ausscheidung ders. in d. Pflanzen 66. —, Bewegung ders. 225. — im Blute 466. — im Dickdarm 737. —, Diffusion ders. durch poröse Scheidewände 37. 698. — im Dünndarm 736. —, Gleichgewicht ders. 224. — Wechsel ders. in d. Lungen 695. 698.
Gasförmige Bestandtheile d. menschl. Körp. 141.
Gastrodidymus 302.
Gaumen, weicher, 397.
Gaumenbeine 300. —, Altersversch. ders. 279.
Gaumenbuchstaben 679.
Gebärmutter s. Uterus.
Gebärmutterschwangerschaft 769.
Geburt s. Partus.
Gefässblatt 780. 784. 786. Vgl. Endochorion.
Gefässbogen 788.
Gefässbündel d. Pflanzen 57.
Gefässdrüsen 620.
Gefässe d. Corpora cavernosa penis 758. — d. formlosen Zellgewebes 604. — d. Gefässe 414. —, Geschlechtsversch. ders. 201. — d. Leber 711. — d. Muskelsubstanz 372. — d. Pflanzen 57. — d. Saugadern 431. — d. Schleimhaut 610. — d. Venen 427. — d. Verdauungsschleimhaut 704. — des Zellgewebes 601. Vgl. Arteriae, Arterien, Blutgefässe, Saugadern, Venae, Venen, Venulae.
Gefässfibroide 440.
Gefässhäute 439.
Gefässhaut, allgemeine, s. Tunica communis vasorum, Tunica intima vas. —, gefensterte, s. Gestreifte Gefässhaut.
Gefässhöhlen 144.
Gefässhof 785. 791. 794.
Gefässkreis s. Sinus terminalis.
Gefässlabyrinthe 439.
Gefässlehre 409.
Gefässneubildung 436.
Gefässscheiden d. Milz 738.
Gefässsystem 411. —, Altersversch. dess. 180. 438. —, Entwickelung dess. 435. —, Geschlechtsversch. dess. 111. 201.
Gefensterte Gefässhaut s. Gestreifte Gefässhaut.
Geflechte s. Plexus.
Geflechtknoten 547. 548.
Geflechttheil d. Sympathicus 545.
Geformtes Zellgewebe 599. 605.
Gefühl s. Empfindung, Tastsinn.
Gefühlsnerven 560.
Gefüllte Zellen in pathol. Neubildungen 163.
Gegenwirkung s. Reaction.
Gehen 401.
Gehirn s. Hirn.
Gehör 629. —, Altersversch. dess. 173. 181.
Gehörgang, knöcherner, Entwickelung dess. 629.
Gehörknöchelchen, Altersversch. ders. 181. 279. 280. —, Entwickelung ders. 629. —, Function ders. 635.
Gehörnerv 534. —, Entwickelung dess. 628. 788. —, Fortpflanzung d. Schalles bis zu dems. 631. —, Function dess. 565. 636.
Gehörorgan 627. —, Entwickelung dess. 627. 787.
Geist 585.

Geisteskräfte, Altersversch. ders. 174. 175. 176. 177.
Geistige Thätigkeiten, Beziehung ders. zum Gehirn 583.
Gekrösdrüsen, Altersversch. ders. 187.
Gekrösplatten 788.
Gelatina Whartoniana 783.
Gelatine als Nahrungsstoff 719. — Verhalten ders. im Magen 728. Vgl. Glutin, Gallerte, Leim.
Gelbe Bänder 337. — elastische Knorpel 337. — Hirnsubstanz 542. — Knorpel 320. 323. — Körper 762.
Gelenkconcretionen 160.
Gelenke 337.
Gelenkflächen d. Knie- u. Fussgelenkes, Altersversch. ders. 110. 281.
Gelenkknorpel 324. 325. 339.
Gelenkmäuse 160.
Gelenkverbindung 337.
Gelüste d. Schwangern 722.
Gemeingefühl 560. —, Geschlechtsversch. dess. 203.
Gemeinschaftliche Scheidenhaut d. Hodens 752.
Gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv s. Nervus oculomotorius.
Gemischte Nerven 534.
Generatio aequivoca, heterogenea, originaria, primigena, primitiva, sine parentibus, spontanea 5.
Genesis s. Entstehung.
Gerbsäure 53.
Gerbstoff 53.
Gereiftes Alter s. Mannesalter.
Germinatio 45.
Gerinnung d. Arterien- u. Venenblutes 468. — d. Blutes 461. — —, Geschlechtsversch. ders. 462. — d. Chylus 475. — d. Lymphe 473. — d. Milch 766.
Gerippe s. Skelet.
Gerontoxon s. Alterskreis.
Geruch d. Blutes s. Blutdunst. — d. Faeces 738.
Geruchsinn 622. —, Altersversch. dess. 173. 181.
Geruchsnerv 534. —, Entwickelung dess. 788. —, Function dess. 562.
Geruchsorgan 662. —, Altersversch. dess. 181.
Gerüche 663.
Gerüstknorpel 324.
Gesang 680.
Geschlechter, Vertheilung ders. 15.
Geschlechtliche Zeugung 13. 15. 72. Vgl. Fortpflanzung, Zeugung.
Geschlechtsorgane, Altersversch. ders. 181. 187. — d. Menschen 70. — d. Thiere 72. —, Veränderungen ders. durch d. Schwangerschaft 769. —, Wimperbewegung in dens. 92. Vgl. Zeugungsorgane.
Geschlechtstheile s. Geschlechtsorgane, Zeugungsorgane.
Geschlechtsverschiedenheiten: d. Aorta 201; d. Arme 107. 111; d. Arterien 201; d. Augen 203; d. Augenbrauen 203; d. Augenbrauenbogen 281; d. Augenhöhlen 110. 203. 281; d. Bauchhöhle 202; d. Beckens 110. 111. 282. 307. 308. 309; d. Beine 107; d. Blutes 201; d. Blutbildung 201; d. Blutkreislaufs 111. 201; d. Blutmenge 453; d. Brustbeins 281. 306; d. Brustwirbel 281; d. Chylusbildung 201; d. Chylusgefässe 202; d. Cowper'schen Drüsen 765; d. Dickdarms 202; d. Dünndarms 202; d. Empfindung 203; d. Entwickelung 110. 202; d. Ernährung 111. 201. 202; d. Extremitäten 106. 111. 232; d. Faeces 202; d. Fäulniss 199; d. Finger 111. 203; d. Form d. Körpers 110; d. Fusses 107. 111. 282; d. Fusswurzel 107; d. Gallenabsonderung 202; d. Ganges 308; d. Gefässe 201; d. Gefässsystems 111. 201; d. Gehirns 202; d. Gehörgangs 203; d. Gemeingefühls 203; d. Gerinnung d. Blutes 462; d. Gesichts 107. 110. 281; d. Haare 203; d. Habitus 110. 200; d. Halses 110; d. Hand 107. 111; d. Harnabsonderung 202; d. Harns 747. 749; d. Haut 203; d. Hautfarbe 201; d. Herzens 201. 442; d. Hirnnerven 202; d. Hüftbeine 282. 308. 309; d. Hüftbeinloches 282. 308; d. Hüften 111; d. Incisura ischiadica 282; d. Kehlkopfs 201; d. Kinnes 110. 281; d. Knies 111; d. Knochen 203. 281; d. Knöchel 111; d. Köpergewichts 105. 201. 281; d. Körperhöhe 103; d. Kopfes 107. 110. 202. 281. 287; d. Krankheiten 111. 203; d. Kreuzbeins 282. 308. 309; d. Leber 202; d. Lendenwirbel 281; d. Luftröhre 201; d. Lunge 201; d. Lungenarterie 201; d. Lungenexhalation 202; d. Magengrube 306; d. Magens 202; d. Milz 202; d. Mischungsbestandtheile 201; d. Mittelfusses u. d. Mittelhand 107; d. Mundes 110; d. Mundhöhle 202. 281. 287; d. Muskeln 203; d. Nabels 111; d. Nägel 203; d. Nagelgliedes d. grossen Zehe u. d. Mittelfingers 107; d. Nahrungsbedürfnisses 202. 722; d. Nase 110. 202; d. Nasenbeines 107; d. Nasenhöhle 203. 281; d. Nervensystems 111. 202. 529; d. Oberarms 107; d. Oberkiefertheils d. Gesichts 107; d. Oberschenkelknochen 282. 315; d. Oberschenkels 107. 111. 282; d. Ohres 203; d. Pancreas 202; d. Pfanne 282. 308; d. Pulses 201; d. Rachenhöhle 202; d. Respiration 201. 202. 306. 686; d. Rippen 111. 281. 306; d. Rückenmarks 202; d. Rückenmarkshöhle 202. 281; d. Rückenmarksnerven 202; d. Rumpfes 106. 107. 110. 281; d. Sanguification 111. 201. 202; d. Schädels 110. 202. 281. 287; d. Schambeins 282. 308. 309; d. Schambogens 282. 308. 309; d. Schamknorpels 308; d. Schienbeins 111; d. Schildknorpel 201; d. Schlüsselbeins 111. 282. 313; d. Schlundkopfs 202; d. Schulterblattes 111. 282; d. Schultern 111; d. Schweissabsonderung 202; d. Secretionen 202; d. Sinnesorgane 203; d. Sinus frontales 281; d. Sitzbeins 282. 308. 309; d. Skelets 110. 201. 281; d. Speiseröhre 202; d. Steissbeins 282. 308; d. Sterblichkeit 190; d. Stimmbänder 201; d. Stimmritze 201; d. Stirn 110. 281; d. Stirnglatze 281; d. Thorax 110. 111. 201. 281. 304. 306. 684; d. Unterarms 107; d. Unterhautzellgewebes 203; d. Unterkiefers 110. 281. 202; d. Unterleibes 110. 111; d. Unterschenkel 107. 111; d. Verdauung 202; d. Verstands 203; d. Wade 111; d. Willens 203; d. Wirbel 281; d. Wirbelsäule 111. 281. 303; d. Zähne 202. 281; d. Zahnränder 281; d. Zirbeldrüse 202; d. Zunge 202. 203; d. Zungenbeins 281; d. Zwerchfells 202. 306; d. Zwischenwirbellöcher 281.
Geschlossene Höhlen 144.
Geschmack 664. —, Altersversch. dess. 181.
Geschmacksfäden 665.
Geschmacksobjecte 666.
Geschmacksorgan 664.
Gesetze d. Körper überhaupt 30. — d. Menschenlebens 204. — d. Pflanzenlebens 60. — d. Thierlebens 90.
Gesicht 107. 298. —, Altersversch. dess. 109. 173. 178. 183. 184. 280. —, Geschlechtsversch. dess. 107. 110. 281. — d. Menschen 69. —, Raçenversch. dess. 97. 98. 99. 100. 112. 113. — d. reifen u. unreifen Frucht 801. —, Temperamentsversch. dess. 115.
Gesichtshöhe 106.
Gesichtslinie Camper's 299.
Gesichtsnerv s. Nervus facialis.

Gesichtswinkel Camper's 69. 289. —, Raçenversch. dess. 97. 98. 100. 112.

Gestalt s. Form.

Gestreifte Gefässhaut 412. — Muskeln 383. 384.

Gewebe 57. 78. 155. —, Genesis ders. 145.

Gewicht d. Arterien- u. Venenblutes 467. — d. Beckens, Geschlechtsversch. dess. 282. 308. — d. Blutes 452. — d. Herzens 441. — d. Kopfes, Geschlechtsversch. dess. 287. — d. menschl. Körp. 105. — —, Altersversch. dess. 173. 174. 175. 176. — —, in Bezug zur Kohlensäureausscheidung bei d. Respiration 696. — —, Geschlechtsversch. dess. 105. 201. 281. — d. reifen Frucht 801. — d. Skelets, Geschlechtsversch. dess. 281. — d. Uterus, Einfluss der Schwangersch. auf dass. 770.

Gewöhnung 40. 249.

Gewohnheit 249. — in Hinsicht auf Formverschiedenheit 116. — d. Nerventhätigkeit 557.

Gibbus 303.

Gichtconcremente 160.

Ginglymus 337.

Glabella s. Stirnglatze.

Glandulae: agminatae s. Peyer'sche Drüsen; Brunnerianae s. Brunner'sche Drüsen; conglobatae s. Lymphdrüsen; lenticulares s. Lenticuläre Drüsen; Lieberkühnianae s. Lieberkühn'sche Drüsen; lymphaticae s. Lymphdrüsen; Peyerianae s. Peyer'sche Drüsen; prostata s. Prostata; solitariae s. Solitäre Drüsen; suprarenales s. Nebennieren; tartaricae 702; thymus 680; thyreoidea 680.

Glans penis 758.

Glanzveränderungen, cadaverische, 199.

Glashaut d. Retina 646.

Glashautgewebe 81.

Glaskörper 649. —, Altersversch. dess. 180. —, Function dess. 659.

Glasplatte d. Knochen 264.

Glastafel d. Schädelknochen 297.

Glasur d. Zähne s. Zahnschmelz.

Glatte Muskeln 244. 383.

Gleichartigkeit d. Masse organ. u. unorgan. Körp. 28.

Geichgewicht d. Gase 224. — fester Körp. in Flüssigkeiten 221. — im menschl. Körp. 213. —, organisches 245. — schwerer Flüssigkeiten 220.

Gleichheit d. Druckes d. Flüssigkeiten im menschl. Körp. 220.

Gliadin 52.

Gliederung organ. u. unorgan. Körp. 29.

Gliedmaassen 107. 312. —, Altersversch. ders. 280. —, Bewegungen ders. 399. —, Entwickelung ders. 787. 788. 795. —, Geschlechtsversch. ders. 105. 111. 282. — d. Menschen 70. —, Raçenversch. ders. 90. 100. 112. — d. reifen Frucht 801.

Glisson'sche Kapsel 709.

Globuli 143. — gangliosi s. Ganglienkugeln. — nervei 523. — nervosi nucleati s. Ganglienkugeln. — nucleati 542. — sanguinis s. Blutkörperchen.

Globulin 76. 133. — im Blute 465. —, Fett dess. 136. — als Nahrungsstoff 719.

Glomeruli Malpighii 744.

Glottis respiratoria, vocalis 676.

Glucose 720.

Gluten 134.

Glutin 52. 76. 134. 262. 719.

Glycerin s. Oelzucker.

Glycin 732.

Glycocholsäure 732.

Glycyrrhizin 51.

Gold 25.

Graaf'sche Säckchen 761.

Gränzknoten 547. 548.

Gränzstrang d. Sympathicus 545.

Gränzstrangknoten 547.

Graham'sches Diffusionsgesetz 36. 698.

Granula 143. — muci s. Schleimkörperchen. — sanguinis s. Blutkörperchen.

Granulationen 168.

Graue Hirnsubstanz 541. — Nervensubstanz 522. 559. — Rückenmarkssubstanz 537.

Gravidin s. Kyestein.

Graviditas abdominalis, interstitialis, ovarii, tubaria, vaginalis 769.

Greisenalter 19. 177. —, Verschiedenheit dess. von d. andern Lebensaltern in Bezug auf: d. Adergeflechte 184; d. Aorta 186; d. Arterien 180. 438; d. Auge 180; d. Augenbrauenbogen 184. 280; d. Augenlider 180. 184; d. Bänder 182; d. Bauchfell 186; d. Beine 110; d. Bewegungsorgane 181; d. Blut 438; d. Blutbildung 178. 179; d. Blutkreislauf 179. 438; d. Blutleiter 184; d. Blutmenge 453; d. Blutreinigung 179; d. Bronchien 179. 185; d. Brustdrüsen 181. 186; d. Brustfell 186; d. Choroidea 180; d. Chylusassimilation 179; d. Chylusbildung 178; d. Chylusresorption 188; d. Conjunctiva 180. 184; d. Dammmuskeln 181. 188; d. Darmkanal 187; d. Darmschleimhaut 179. 187; d. Diploë 183; d. Drüsen d. Darmkanals 179. 187; d. Eierstock 181. 188; d. Einspeichelung 178; d. Ernährung 178. 438; d. Extremitäten 280; d. Fäulniss 199; d. Fenestra ovalis 280; d. Form d. Körp. 109; d. Galle 178. 187; d. Gallenabsonderung 178. 179; d. Gefässsystem 180. 438; d. Gehirn 180. 185; d. Gehör 181; d. Gehörgang 181. 184; d. Gehörknöchelchen 181. 280; d. Gekrösdrüsen 187; d. Gelenkflächen d. Knie- u. Fussgelenke 110. 281; d. Geruch 181; d. Geschlechtsorgane 181. 188; d. Geschmack 181; d. Gesicht 109. 178. 184. 280; d. Glaskörper 180; d. grossen Trochanter 110; d. Haare 178; d. Haargefässe 180; d. Hals d. Oberschenkelknochens 110; d. Halsorgane 185; d. Harn 179. 749; d. Harnblase 179. 188; d. Harnorgane 179. 188; d. Harnröhre 188; d. harte Hirnhaut 180. 184; d. Haut 178. 179; d. Herz 180. 186. 442; d. Herzbeutel 186; d. Hirngefässe 180. 185; d. Hirnhäute 180. 184; d. Hirnhöhlen 180. 185; d. Hirnwindungen 180. 185; d. Hoden 181. 188; d. Hodensack 181; d. Hornhaut 180. 184; d. innern Hirnhäute 180. 184; d. Iris 180. 184; d. Kauen 178; d. Kehlkopf 185; d. Knochen 181. 275; d. Knorpel 182; d. Kohlensäureausscheidung bei d. Respiration 696; d. Kopf 183. 288; d. Krankheiten 182; d. Kreuzbein 280; d. Länge d. Körpers 110; d. Leber 178. 187; d. Linse 180; d. Luftröhre 185; d. Lungen 179. 186. 686; d. Lungenarterie 186; d. Lymphdrüsen 179; d. Lymphgefässe 179. 187. 438; d. Magensaft 178; d. Magenverdauung 178; d. Milchgänge 181; d. Milz 179. 187; d. Muskelhaut d. Darmkanals 179. 187; d. Muskelhaut d. Harnblase 179. 188; d. Muskelhaut d. Magens 178; d. Muskeln 181; d. Mutterhals 181. 188; d. Nähte 183. 280; d. Nase 181; d. Nebennieren 188; d. Nerven 180; d. Nervensubstanz 180; d. Nervensystem 180. 529; d. Nerventhätigkeit 180; d. Nieren 179. 188; d. Nierenkelche 188; d. Oberkiefer 280. d. Oberschenkelknochen 110. 280; d. Ohrenschmalz 181. 184; d. Pancreas 178. 187; d. pancreatischen Saft 178; d. Penis 181; d. Perilympha 181; d. Pfanne 281; d. Pfortaderblutlauf 179; d. Prostata 181. 188; d. Pupille 180. 184; d. Respiration 179. 696; d. Retina 180; d. Rindensubstanz d. Nieren 188; d. Rückenmark 180; d. Samen 181. 754; d. Samenbläschen 181. 188; d. Samenleiter 181. 188; d. Schädel 109. 183. 280; d. Schamberg 181;

d. Schamlippen 181; d. Scheide 181. 188; d. Schienbein 110. 281; d. Schilddrüse 185; d. Schläfenarterien 180. 184; d. Schleimbeutel 181; d. Schleimhaut d. Luftwege 179; — d. Magens 178; — d. Scheide 181; — d. Uterus 181. 188; d. Schlingen 178; d. Sclerotica 180. 184; d. Secretionen 438; d. Sehnen 181; d. serösen Häute 179; d. Siebbein 280; d. Sinnesorgane 180; d. Sinus mastoidei 184. 280; d. Skelet 280; d. Speichel 178. 181; d. Speicheldrüsen 178; d. Spinalflüssigkeit 180. 586; d. Steissbein 280; d. Sterblichkeit 190; d. Stirnglatze 184. 280; d. Stirnhöcker 280; d. Stirnhöhlen 184. 280; d. Systole 480; d. Thorax 179. 186. 684; d. Thränenabsonderung 181; d. Thränenpunkte 180. 184; d. Trochanteren 110. 281; d. Trommelfell 180; d. Trommelhöhle 180. 184. 280; d. Tubularsubstanz d. Nieren 188; d. untere Nasenmuschel 280; d. Unterkiefer 184. 280; d. Uterus 181. 188; d. Venen 180. 438; d. Venenplexus d. Beckens 188; d. Verdauung 178; d. Wirbel 110. 280; d. Wirbelsäule 110. 280; d. Zähne 178. 184. 280. 675; d. Zahnfleisch 184; d. Zahnzellen 184. 280; d. Zotten d. Darmkanals 179. 187; d. Zunge 181; d. Zwischenwirbelknorpel 110.
Greisenbogen s. Alterskreis.
Grösse d. Athemzüge 690. — — in Hinsicht auf Kohlensäureausscheidung 694. — d. Blutbläschen 458. — d. Herzens 441. — —, Geschlechts- u. Altersversch. ders. 442. — d. Körpers, Altersversch. ders. 173. 174. 175. 176. — —, Raçenversch. ders. 98. 99. 100. — d. Kopfes u. Schädels 69. 97. 109. 110. 112. 182. 281. 286. 287. 288. 295. — d. reifen Frucht 801. — d. Skelets, abnorme, 103. 285. — —, Altersversch. ders. 279. —, übermässige 103. Vgl. Umfang.
Grossalter s. Greisenalter.
Grosshirn 540.
Grosshirnhemisphären, Entwickelung ders. 788. —, Function ders. 581.
Grosshirnschenkel, Entwickelung ders. 786. 787.
Grube, vordere, für d. Speisekanal s. Fovea cardiaca.
Grundstoffe s. Elemente.
Grundsubstanz d. Knochen 266. — d. Knorpel 320.
Guanin 748.
Gubernaculum Hunteri, Entwickelung dess. 760.
Gürtel d. Dotters 785.
Guineawurm 10.
Gummi als Nahrungsstoff 720. — in d. Pflanzen 51.
Gurgeln 689.
Gutturales 679.

H.

Haarbalg 619.
Haare 58. 81. 619. —, Altersversch. ders. 178. — d. äussern Gehörganges 633. —, Fett ders. 136. —, Geschlechtsversch. ders. —, Raçenversch. ders. 97. 98. 99. 100. 113. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Haargefässe 420. —, Altersversch. ders. 180. — als Aufsaugungsorgane 424. 510. —, Blutlauf durch dies. 498. —, Blutmenge in dens. 453. —, Contractionskraft ders. 499. — d. Leber 711. — d. Milz 741. — d. Nieren 744. — d. Penis 759. — d. Uterus 765.
Haargefässnetze 421. 423.
Haarkeim 619.
Haarkopf 11.
Haarmark 619.
Haarröhrchenanziehung s. Capillarität.
Haarschaft 619.
Haarwurzel 619.
Habichtsnase 663.
Habitus 102. —, männlicher, 110. 200. —, —, beim Weibe 112. —, Temperamentsversch. dess. 114. —, weiblicher, 110. 200. —, —, beim Manne 111.
Hämadynamometer 490.
Hämatin 76. 133. 465. — in pathol. Niederschlägen 158.
Hämatochroine 465.
Hämatoglobulin s. Blutroth.
Hämatoidinkrystalle im Ei 762.
Hämatophaëin 465.
Hämatosine 465.
Häute 143. —, Blutmenge in dens. 453.
Hagelschnüre 785.
Hahnentritt 785.
Hakenwürmer 86.
Halbcirkelförmige Kanäle 636.
Halbseitige Ganglien 546.
Halbvocale 679.
Halitus sanguinis s. Blutdunst.
Hallux 315.
Halones 785.
Halophil 128.
Hals 69. 107. —, Geschlechtsversch. dess. 110. — d. Nabelblase 778. — d. Oberschenkels, Altersversch. dess. 110. —, Raçenversch. dess. 112. —, Temperamentsversch. dess. 115.
Halsknochen, Entwickelung ders. 788.
Halsmuskeln, Entwickelung ders. 788.
Halsnerven 534. —, Function ders. 567.
Halsorgane, Altersversch. ders. 185.
Hand 70. 107. —, Altersversch. ders. 109. 279. —, Geschlechtsversch. ders. 107. 111. —, Raçenversch. ders. 99. 112.
Handbewegungen 350. 399.
Handgelenk 350.
Handhabe d. Brustbeins 304.
Handknochen 313.
Handwurzelknochen 313. —, Altersversch. ders. 280.
Handwurzel-Mittelhandgelenk 353.
Hanfsamensteine 160.
Haptogenmembran 138. 148.
Harn 142. 143 746. —, Altersversch. dess. 179. 187. 749. —, Einfluss. d. Schwangerschaft auf dens. 768. —, Geschlechtsversch. dess. 747. 749.
Harnabsonderung 742. —, Geschlechtsversch. ders. 202. —, Periodicität ders. 247. —, Veränderungen, welche zufällig dem Organismus zugeführte Stoffe bei ders. erleiden 749.
Harnbenzoesäure 76. 128. 748. — im Kinderharn 749.
Harnbenzoesaure Salze 124.
Harnblase, Altersversch. ders. 179. 187. 188. —, Entwickelung ders. 780.
Harnfarbstoff 128. 747.
Harngries 159. — in d. kindl. Niere 187.
Harnhaut s. Allantois.
Harnige Säure s. Harnoxyd.
Harnkanälchen 743.
Harnorgane, Altersversch. ders. 171. 179. 187. —, Wimperbewegung in dens. 92.
Harnoxyd 76. 128. 748. — in Harnsteinen 159.
Harnröhre, Altersversch. ders. 188. —, Einfluss d. Schwangersch. auf dies. 772.
Harnroth 748.
Harnsack s. Allantois.
Harnsäure 76. 127. 747. — in Harnsteinen 159. — in patholog. Niederschlägen 157.
Harnsand 159.
Harnsaure Salze 124. — in Harnsteinen 159. — in pathol. Niederschlägen 157.
Harnsteine 159.
Harnstoff 76. 127. 747. —, verschiedene Menge dess. im Harn 749.
Harnzucker 128. 748.
Harte Hirnhaut, Altersversch. ders. 180. 184.

Harze 53.
Haubenkreuzung 580.
Hauchen 689.
Haut 613. —, Altersversch. ders. 171. 173. 178. 179. —, Geschlechtsversch. ders. 203. — d. Hagelschnüre 785. — d. Menschen 69. — d. reifen u. unreifen Frucht 801.
Hautausdünstung 142. 507. 615. —, Einfluss d. Schwangersch. auf dies. 768. —, Periodicität ders. 247.
Hautdunst 615.
Hautfarbe, Geschlechtsversch. ders. 201. —, Raçenversch. ders. 97. 98. 99. 100. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Hautgewebe 83.
Hautlehre 597.
Hautmauser 140.
Hautsalbe 615.
Hautschmiere 143. 615.
Hautskelet 282.
Hautsystem 607. —, Wimperbewegung auf dems. 92.
Hauttalg 615.
Hebel, Gesetze dess. im menschl. u. thier. Organismus 90. 215.
Hefezellen 8.
Heisshunger 722.
Helminthen s. Entozoen.
Hemmungskraft 583.
Hepar s. Leber.
Hermaphroditen, thierische, 72.
Herz 440. —, Altersversch. dess. 171. 180. 186. 442. —, Blutlauf durch dass. 479. —, Entwickelung dess. 787. —, Geschlechtsversch. dess. 201. 442.
Herzbeutel, Altersversch. dess. 186. —, Entwickelung dess. 790.
Herzkammern, Entwickelung ders. 788.
Herzkrankheiten 493.
Herzohren, Entwickelung ders. 788.
Herzpolypen 196.
Herzschlag 481. — d. Fötus 801.
Herzstoss s. Herzschlag
Herzthätigkeit 479. — d. Fötus 798. —, Ursachen ders. 490.
Herztöne 487. — d. Embryo 799. 801.
Hexathyridium pinguicola 11.
Hinabschlucken d. Speise 724.
Hinfällige Haut 769.
Hinterbacken beim Menschen 70.
Hinterer Zahnast d. dreigetheilten Nerven, Function dess. 564.
Hinterhauptsbein, Altersversch. dess. 182. 279.
Hinterhauptsgegend 297. —, Raçenversch. ders. 110. 112. 113.
Hippolithen 158.
Hippursäure s. Harnbenzoesäure.
Hircin 76. 721.
Hirn 540. —, Altersversch. dess. 173. 174. 175. 180. 185. —, Blutmenge in dems. 453. —, Entwickelung. dess. 528. 786. —, Function dess. 579. —, Geschlechtsversch. dess. 202. —, Temperamentsverschied. dess. 115.
Hirnelain 136. 527.
Hirnfett 136. 527.
Hirnganglien 541.
Hirngefässe, Altersversch. ders. 180. 185.
Hirnhäute, Altersversch. ders. 180. 184. —, Blutmenge in dens. 453. —, Entwickelung ders. 787.
Hirnhaut, harte, s. Harte Hirnhaut. —, weiche, s. Weiche Hirnhaut.
Hirnhöhlen, Altersversch. ders. 180. 185.
Hirnlappen, Raçenversch. ders. 113.
Hirnnerven 534. —, Function ders. 559. Geschlechtsversch. ders. 202.
Hirnschale s. Schädel.
Hirnstearin 527.
Hirnwindungen, Altersversch. ders. 180. 185.
Hirnzellen 542. —, Entwickelung ders. 786.
Hoden 752. —, Altersversch. dess. 181. 188. —, Entwickelung dess. 760. 790.
Hodenkanälchen 151. 753.
Hodensack, Altersversch. dess. 181. —, Entwickelung dess. 760. — d. reifen u. unreifen Frucht 801.
Höhe d. Kopfes 107. — d. menschl. Körp. 102. — —, Altersversch. ders. 110. — —, Geschlechtsversch. ders. 103.
Höhlen 144.
Hören s. Gehör.
Hörnerv s. Gehörnerv.
Hofringe d. Dotters 785.
Hohle Muskeln 383.
Holz 57.
Holzfaser s. Cellulose.
Homöoplasieen 168.
Horngebilde, fadenförmige, 81. —, membranartige 80.
Horngewebe 80.
Hornhaut 639. —, Altersversch. ders. 180. 184. —, Function ders. 657.
Hornplatten 80.
Hornsubstanz d. Zähne s. Cement.
Hornschicht d. Epidermis 613.
Hornstoff 76. 80. 127.
Hornzellen 151.
Hüftbein, Geschlechtsversch. dess. 282. 308. 309. —, Raçenversch. dess. 114.
Hüftbeinloch, Altersversch. dess. 280. —, Geschlechtsversch. dess 282. 308.
Hüften, Geschlechtsversch. ders. 111.
Hüftgelenk 353.
Hülfsbänder 339.
Hülle d. Leichen in Bezug auf Fäulniss ders. 199. — d. Nervenfäserchen 523.
Hülsenwurm 12.
Hüpfender Punkt 799.
Hüsteln 689.
Humerus s. Oberarmknochen.
Humero-Radialgelenk 348.
Humero-Ulnargelenk 348.
Humin 48.
Humores: aqueus 143. 650; —, Function dess. 659; corporis humani 141; excrementitii, inquilini 508; Morgagni 143; vitreus 143.
Humus 48.
Humusextract 48.
Humuskohle 48.
Hunger 722.
Hunter'sche Haut s. Hinfällige Haut.
Husten 689.
Hydatis finna 12. — tunicae vaginalis testis 753.
Hydrocephalus ex vacuo 180.
Hydrodynamik d. menschl. Körp. 220.
Hydroperione 770.
Hydrops ex vacuo 184.
Hydrorrhachis 303.
Hydrostatik d. menschl. Körp. 220.
Hymenogonie 138.
Hypogastrodidymus 302.

I.

Jahreszeiten, Einfluss ders. auf d. Harn 750. —, — auf d. Sterblichkeit 191.
Ictus cordis s. Herzschlag.
Idiosynkrasie 40. 249.
Imbibition 32. 208. —, cadaverische, 197. — d. Venen 429.
Impressiones digitatae 297.
Incidentfasern 531. 576.
Incisura ischiadica, Geschlechtsversch. ders. 282.
Incitabilitas s. Reizbarkeit.
Incitatio s. Erregung.

Incitamenta s. Reize.
Incrustationen 160.
Indifferente krystallisirbare Stoffe in d. Pflanzen 53.
Indisch-oceanische Völker 100.
Individualität 30.
Individuum 1.
Infantia s. Kindesalter.
Infiltration, cadaverische, 197.
Infusionspflanzen 8.
Infusionsthierchen 7. 89.
Infusorien 6. Vgl. Infusionspflanzen, Infusionsthierchen.
Ingestio ciborum 721.
Innere Arterienhaut 416. — Eihaut s. Amnion. — Hirnhäute, Altersversch. ders. 180. 184. — Lymphgefässhaut 430. — Scheide d. Nervenfäserchen 523. — Schmelzhaut 669. 672. — Venenhaut 426. — Zeugung d. Zellen 148.
Innervation 552.
Inosinsäure 134. 376.
Insalivatio s. Einspeichelung.
Inspiratio 688.
Intercellulargänge 57. 144. — d. Leber 711.
Intercellularräume 145.
Intercellularsubstanz 145. 320.
Intercellularsystem d. Pflanzen 57.
Interlobulargänge 144. — d. Leber 711.
Intermediäre Gefässe 421. — Haut d. Schleimhäute 611.
Intumescentia ganglioformis 548.
Intussusceptio 17.
Inulin 47. 52. — als Nahrungsstoff 720.
Involucrum adventitium vasorum 412. — capitis s. Kopfkappe. — coronae dentis 668.
Jochbein 299. 300. —, Altersversch. dess. 279. —, Raçenversch. dess. 112.
Jod 25. 50. 75.
Iridium 25.
Iris 643. —, Altersversch. ders. 180. 184. —, Function ders. 658.
Irradiation 561. 576.
Irritabilitas s. Reizbarkeit. — Halleri 378.
Irritamenta s. Reize.
Irritatio s. Erregung.
Isolirte Leitung d. Nerven 554.
Jünglingsalter 176. Vgl. Pubertätszeit.
Juga cerebralia 297.
Jugend 175. —, Verschiedenheit ders. von andern Lebensaltern in Bezug auf: d. Athmungsfrequenz 690; d. Becken 175; d. Blutvertheilung 453; d. Cerebrospinalflüssigkeit 586; d. Gehirn 175; d. Herz 442; d. Hinterhauptsbein 183; d. Körpergrösse 175; d. Kohlensäureausscheidung bei d. Respiration 696; d. Kopf 175. 183. 288; d. Krankheiten 175; d. Nackenmuskeln 183; d. Schädel 183; d. Skelet 280; d. Stirnbein 183; d. Stirnglatze 183; d. Systole 480; d. Thorax 175. 684; d. Thymusdrüse 175; d. Zähne 175.
Jungfrauenalter 176. Vgl. Pubertätszeit.
Juventus s. Pubertätszeit.
Juxtapositio 16.

K.

Kälte 231.
Käsestoff 76. 132. — im Blute 465. — in d. Frauenmilch 767. — als Nahrungsstoff 719.
Kahnförmiger Körper 786.
Kali 120. 123.
Kalium 25. 50. 75. 120.
Kalkerde 122. —, Ablagerung ders. im Knochenknorpel 271.
Kalkkanälchen d. Knochen 267. — d. Zahnkitts 670.
Kalksalze 122.
Kanäle, elementare, 144.
Kaoutschouk 53.
Kapselbänder 339.
Katalytische Kraft 24.
Kauen 723. —, Altersversch. dess. 178.
Kaukasische Raçe 97. — Völker 98.
Kehlbuchstaben 679.
Kehlkopf 677. —, Altersversch. dess. 176. 185. —, Bänder dess. 336. —, Bewegungen dess. 397. —, Entwickelung dess. 700. —, Geschlechtsversch. dess. 201. —, Gewebe dess. 337.
Kehlkopfsteine 158.
Keilbein, Altersversch. dess. 279.
Keim 15. — d. Embryo 774. 785. —, Fortpflanzung durch dens. 15. 44. 72.
Keimbläschen 16. 47. 761. 773. 775.
Keimblase s. Keimbläschen.
Keimen d. Pflanzen 45.
Keimfleck 16. 761. 776.
Keimhaut 785. 793.
Keimhügel 775. 785.
Keimlager d. Eierstocks 761.
Keimscheibe 16. 761. 785.
Keimschicht d. Dotters 785.
Keimschläuche in pathol. Neubildungen 163.
Keimstoff 38. 44. 55. 142. 143. 145. — in pathol. Neubildungen 161.
Kern d. Blutbläschen 460. — d. Hahnentritts s. Keimhügel.
Kernfasern 153. 332.
Kernkörperchen 44. 55. 143. 146.
Kernzellen s. Elementarzellen.
Kesselstein 718.
Kettenwurm 11.
Keuchen 689.
Kiefer d. Menschen 69. —, Raçenversch. ders. 99. 100. 112.
Kieferhöhle 300.
Kiemenbogen 788.
Kiemenspalten 788. 794.
Kieselsäure 123. — im Harn 748.
Kinderwurm 11.
Kindesalter 18. 170. —, späteres, 174. —, Verschiedenheit dess. von den andern Lebensaltern in Bezug auf: d. Adergeflechte 184; d. Aorta 186; d. Athmungsfrequenz 689. 690; d. Athmungsorgane 171; d. Atlas 279; d. Augenbrauen 183; d. Augenbrauenbogen 183; d. Augenwimpern 183; d. Bauch 109. 186; d. Bauchfell 186; d. Becken 307; d. Beckenknochen 280; d. Beine 109; d. Blut 172; d. Blutleiter 184; d. Blutvertheilung 453; d. Bronchien 185; d. Brustbein 279; d. Brustdrüse 185; d. Brustfell 186; d. Cerebrospinalflüssigkeit 184; d. Circulationsorgane 171; d. Corpora mammillaria 185; d. Darmkanal 171. 187; d. Ductus arteriosus 171. 174; d. Ductus venosus 171. 174; d. Eierstock 188; d. Epiglottis 172; d. Epistropheus 279; d. Extremitäten 280; d. Fäulniss 199; d. Fersenbein 280; d. Fingerknochen 280; d. Fontanellen 173. 182. 279; d. Foramen obturatorium 280; d. Foramen ovale 171. 174; d. Form d. Körpers 109; d. Fuss 109; d. Fusswurzelknochen 280; d. Galle 187; d. Gaumenbein 279; d. Gehirn 173. 174. 185; d. Gehörknöchelchen 279; d. Gehörsinn 173; d. Gekrösdrüsen 187; d. Geruchssinn 173; d. Geschlechtsorgane 187; d. Gesicht 173. 183; d. Gesichtssinn 173; d. Halsorgane 185; d. Hand 109; d. Handwurzelknochen 280; d. Harn 187. 749; d. Harnblase 187; d. Harnorgane 171. 187; d. harte Hirnhaut 184; d. Haut 171. 173; d. Herz 171. 186. 442; d. Herzbeutel 186; d. Hinterhauptsbein 182. 279; d. Hirnhäute 184; d. Hirnhöhlen 185; d. Hirnwindungen 185; d. Hornhaut 639; d. innern Hirnhäute 184; d. Jochbein 279;

d. Kehlkopf 185; d. Keilbein 279; d. Kniescheibe 280; d. Körpergrösse 173. 174; d. Kohlensäureausscheidung bei d. Respiration 696; d. Kopf 109. 173. 182. 279. 288; d. Kopfknochen 279; d. Krankheiten 173. 174. 175; d. Kreuzbein 279; d. Labyrinth 279; d. Leber 171. 172. 187; d. Luftröhre 172. 185; d. Lunge 172. 186. 686; d. Lungenarterie 186; d. Milz 187; d. Mittelfussknocken 280; d. Mittelhandknochen 280; d. Muskeln 173; d. Mutterhals 187; d. Muttermund 187; d. Nabelgefässe 171. 172. 174; d. Nahrungsbedürfniss 722; d. Nasenbein 279; d. Nebennieren 171; d. Nervensystem 171. 529; d. Nieren 187; d. Oberarmknochen 280; d. Oberkieferknochen 279; d. Oberschenkelknochen 280; d. Pancreas 187; d. Paukenhöhle 279; d. Pflugscharbein 279; d. Pigment d. Choroidea 642; d. Pigment d. Iris 644; d. Respiration 175. 686. 689. 690. 696; d. Rippen 280; d. Rumpf 109. 279; d. Rumpfknochen 279; d. Samen 754; d. Samenkanälchen 753; d. Schädel 109. 182; d. Scheide 188; d. Scheidenhaut d. Hoden 188; d. Schilddrüse 185; d. Schläfenbein 279; d. Schleimhaut d. Darmkanals 187; d. Schleimhaut d. Harnblase 187; d. Schlüsselbein 280; d. Schulterblatt 280; d. Sehhügel 185; d. Seitenbein 182. 279; d. Siebbein 279; d. Sinnesorgane 173; d. Skelet 279; d. Sprungbein 280; d. Steissbein 279; d. Sterblichkeit 173. 189; d. Stirnbein 182. 279; d. Systole 171. 480; d. Tastsinn 173; d. Thorax 109. 172. 185. 684; d. Thränenbein 279; d. Thymusdrüse 171; d. Unterarmknochen 280; d. untere Hohlvene 171; d. untere Nasenmuschel 279; d. Unterkiefer 279; d. Unterschenkelknochen 280; d. Uterus 187; d. Valvula Eustachii 172; d. Varolsbrücke 185; d. Verdauung 174; d. Verknöcherung d. Schädels 183; d. verlängerte Mark 185; d. Vierhügel 185; d. Wirbel 279; d. Zähne 173. 174. 279. 673; d. Zahnzellen 279; d. Zehenknochen 280; d. Zotten d. Darmkanals 187; d. Zwerchfell 172.
Kindheit s. Kindesalter.
Kindheitsperiode s. Kindesalter.
Kindspech 171. 172. 796. 800.
Kinn 69. —, Bewegungen dess. 397. —, Geschlechtsversch. dess. 110. 281. —, Raçenversch. dess. 97. 98. 99. —, Temperamentsversch. dess. 115.
Klang 630.
Klappe d. Pylorus 705.
Klappenapparat d. Herzens 484. — d. Saugadern 430. — d. Venen 427.
Kleber s. Pflanzeneiweiss.
Kleinerwerden d. menschl. Körp. 103.
Kleinheit, abnorme, d. menschl. Körp. 104. —, —, d. Skelets 285.
Kleinhirn 540. —, Entwickelung dess. 787. —, Function dess. 581.
Klettern 404.
Klima 253. — in Bezug auf Sterblichkeit 190.
Knabenalter 175. Vgl. Jugend.
Knie, Geschlechtsversch. dess. 111. —, Raçenversch. dess. 112.
Knieen 405.
Kniegelenk 356.
Kniescheibe 315. —, Altersversch. ders. 280.
Kniescheiben-Schenkelgelenk 356.
Knochen 261. —, Altersversch. ders. 181. 275. —, Geschlechtsversch. ders. 203. 281. —, Raçenversch. ders. 99. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Knochenbildungsknorpel s. Cartilagines: formativa.
Knochenbrüche, Heilung ders. 274.
Knochenerde 262.
Knochengefässe s. Markkanälchen.
Knochengewebe 82.
Knochengerüstknorpel 325.
Knochenhaut 268. 333. — Verhalten ders. bei Knochenbrüchen 274.
Knochenkanälchen s. Markkanälchen.
Knochenkerne s. Knochenkörperchen.
Knochenknorpel 261. 323. 327. —, Veränderungen dess. 270.
Knochenkörperchen 151. 266. — d. Zahnkitts 670.
Knochenkrankheiten 276.
Knochenlehre 261.
Knochenleim 76. 134.
Knochenmark 268.
Knochenskelet s. Skelet.
Knochensubstanz 261. —, dichte u. schwammige 264. — d. Zahnes s. Cement.
Knöchel, Geschlechtsversch. ders. 111.
Knöchelbein s. Sprungbein.
Knöcherne Gelenktheile 338.
Knötchenfibrillen 524.
Knorpel 316. —, Altersversch. ders. 182. — mit Knorpelkörperchen 320. 323.
Knorpelgewebe 82. Vgl. Knorpel.
Knorpelhaut s. Perichondrium.
Knorpelhöhlen 270. 321.
Knorpelkörperchen 151. 269. 321.
Knorpellehre 316.
Knorpelleim 76. 135. 262. 318.
Knorpelzellen s. Knorpelkörperchen.
Knospen, Fortpflanzung durch dies. 43.
Knospenbildung 14.
Knotentheil d. Sympathicus 545.
Kobalt 25.
Körnchen 143.
Körnchenzellen in patholog. Neubildungen 163.
Körnchenzellenbildungsprocess 164.
Körper, Bestehen ders. 16. —, Entstehen ders. 5. —, organische, 1. 4. —, unorganische, 4.
Körperbau, Raçenversch. dess. 98. 99. 100. 112. —, Temperamentsversch. dess. 114. 115.
Körperbewgung, Einfluss ders. auf die Respiration 694.
Körperbluthahn s. Blutkreislauf, grosser.
Körpergewicht in Bezug auf Kohlensäureausscheidung durch die Respiration 696.
Kohlenhydrate als Nahrungsstoffe 720.
Kohlensäure 122. —, Ausscheidung ders. beim Athmen 694. — im Harn 748. — als Impuls d. Respiration 691. — in d. Luft 692.
Kohlenstoff 25. 50. 75. 119.
Kolloid 164.
Kopf 69. 286. —, Altersversch. dess. 109. 173. 175. 182. 183. 279. 280. 288. —, Bewegungen dess. 395. —, Entwickelung dess. 794. —, Geschlechtsversch. dess. 107. 110. 281. 287. 292. —, Raçenversch. dess. 97. 98. 99. 112. 113. 287. —, Temperamentsversch. dess. 115. Vgl. Gesicht, Kopfknochen, Schädel.
Kopf-Atlasgelenk 342.
Kopfblutgeschwulst 171.
Kopfgelenke 342.
Kopfhaare d. reifen u. unreifen Frucht 801. Vgl. Haare.
Kopfkappe 786. 791.
Kophföhe 106.
Kopfknochen, Altersversch. ders. 279. —, Geschlechtsversch. ders. 281.
Kopfknochenränder d. reifen u. unreifen Frucht 801.
Kopfrippenbogen 283.
Kopfscheide 788.
Korksubstanz d. Pflanzen 59.
Kräfte d. Arterien 418. — d. Elementarzellen 154. —, die d. Kreislauf vermitteln 478. — d. organ. u. unorgan. Korp 30.

— d. Pflanzenlebens 60. — d. Thierlebens 90.
Krankheit 254.
Krankheiten d. Blutes 470; d. elastischen Gewebes 337; d. Greisenalters 182; d. Herzens 493; d. Jünglingsalters 176; d. Kindesalters 175; d. Knabenalters 175; d. Knochen 275; d. Mannesalters 177; d. Muskelgewebes 393; d. Säuglingsalters 174; d. sehnigen Gewebes 333; d. versch. Geschlechter 111. 203.
Krebsmasse 166.
Kreislauf d. Blutes s. Blutkreislauf.
Kreuzbein 307. —, Altersversch. dess. 279. 280. —, Geschlechtsversch. dess. 282. 308. 309.
Kreuzbeinnerven 534. —, Function ders. 569.
Kreuzhüftbeinsymphysen 345.
Kreuzsteissbeinsymphyse 344.
Kreuzung d. Nervenfasern 580.
Kreuzungsfasern 538. 541.
Kreuzungspunkt d. Lichtstrahlen 656.
Kriechen 404.
Krümelzucker 51. 720.
Krystall 16.
Krystallisation 29.
Krystalllinse 647. —, Altersversch. ders. 180. —, Function ders. 659.
Krystallmuskel 648.
Kügelchen 143.
Künstliche Gasarten, Athmen in dens. 693.
Kugel als organ. Grundform 29.
Kupfer 25. 50. 75. 121.
Kurzsichtigkeit 661.
Kyestein 748. 749. 768.

L.

Lab s. Pepsin.
Labdrüsen 704.
Labiales 679.
Labra glenoidea 326.
Labrum cartilagineum 354.
Labsaft 726.
Labyrinth d. Ohres, Entwickelung dess. 628. — —, Function dess. 635.
Labyrinthwasser 635.
Labzellen 704. 726.
Lachen 689.
Lactin s. Milchzucker.
Länge d. Gliedmaassen 107. — d. Körpers, Altersversch. ders. 110.
Längenmaschengefässnetz 329.
Längsfaserhaut d. Gefässe 412. — d. Saugadern 430.
Lage d. Embryo 797. — d. Herzens 440. — d. Uterus während d. Schwangersch. 771.
Lamellae 143. — ossium 266.
Lamina fusca 638. 643. — vitrea ossium 264.
Laminae 143. — abdominales s. Visceralplatten. — dorsales 786. 791. — intestinales 789. — mesentericae 788. — ventrales s. Visceralplatten.
Landseewasser 718.
Lanthan 25.
Lanugo 796.
Larynx s. Kehlkopf.
Latente Wärme 228.
Latentes Leben 21. 22. 169.
Laufen 401.
Leben 1. 2. —, latentes, 21. 22. 169. —, manifestes, 21. 169. —, d. Pflanze 65. — d. Pflanzengewebe 63. — d. Pflanzenorgane 63. — d. Pflanzenzelle 60.
Lebensabschnitte s. Bildungsperioden.
Lebensäusserungen d. Embryo 797.
Lebensalter s. Greisenalter, Jugend, Kindesalter, Mannesalter, Pubertätszeit.
Lebensbedingungen 17. 48. 73. 75. 249.
Lebensdauer 189.
Lebenseigenschaften d. Knorpel. 318. — d. Muskeln 377. — d. sehnigen Gewebes 329. — d. Venen 428. — d. Zellgewebes 603. Vgl Ernährung, Vitale Kräfte.
Lebenserscheinungen 1. 21. 38. 203. —, Periodicität ders. 41.
Lebensgefühl s. Gemeingefühl.
Lebenskraft 1. 2. 30. Vgl. Vitale Kräfte.
Lebensluft s. Sauerstoff.
Lebensphasen s. Bildungsperioden.
Lebensprincip 1.
Lebensreize 19. 21. 75. 250.
Lebenssinn s. Gemeingefühl.
Lebenstenacität 20. 254.
Leber 708. —, Altersversch. ders. 171. 172. 178. 187. —, Blutmenge in ders. 453 — d. Embryo, Blutbildung in ders. 713. 741. —, Entwickelung ders. 789. 794. —, Geschlechtsversch. ders. 202.
Leberegel 11.
Leberwurzeln d. Pfortader 712.
Leberzellen 709.
Leblose Körper 4.
Lederhaut 83. 613. — d. Eies s. Chorion.
Legumin 52. — als Nahrungsstoff 719. —, Veränderung dess. im Magen 728.
Leibesbeschaffenheit in Bezug auf Fäulniss 199.
Leiche 22. 188. — Erfrorener 232.
Leichenblässe 194.
Leichenerscheinungen 193. 194. 196.
Leichengeruch 194.
Leichenhyperämie 196.
Leim d. elastischen Gewebes 135.
Leimzucker 135.
Leitung d. Nerven in d. Centralorganen 558.
Lenden, Raçenversch. ders. 112.
Lendennerven 534. —, Function ders. 569.
Lendenwirbel, Geschlechtsversch. ders. 281.
Lens crystallina s. Krystalllinse.
Lenticuläre Drüsen 702. 704. 706.
Leuchtende Insecten 94.
Leucin 135. 377.
Lex Belliana 554. — progressus 543.
Lichenin 52. 720.
Licht 653. — als Lebensbedingung 250. — als physikalisches Agens 233.
Lichtbündel 653.
Lichtentwickelung, organische, 41. —, pflanzliche, 68. —, thierische, 94.
Lieberkühn'sche Drüsen od. Grübchen 707.
Lien s. Milz.
Ligamenta: arteriosum 171; ciliare 643; ischioprostaticum 757; pectinatum iridis 643; pelvioprostaticum capsulare, puboischiadicum prostatae, puboprostatica, pubovesicalia 757; teres hepatis 172; triangulare 757; vesicae lateralia, vesicae medium 172. Vgl. Bänder.
Lignin 52.
Linea mediana 107.
Linguales 679.
Linse s. Krystalllinse.
Linsenfasern 151. 649.
Linsenförmige Drüsen s. Lenticuläre Drüsen.
Linsenkapsel 152. 647.
Linsenzellen 647.
Lippen 69. —, Bewegungen ders. 396. —, Entwickelung ders. 795. —, Raçenversch. ders. 97. 98. 99. 112.
Lippenbuchstaben 679.
Liquor allantoidis 780. — amnios 779. 800. — cerebrospinalis s. Cerebrospinalflüssigkeit. — folliculi Graafiani 143. 761. — Morgagni 647. — sanguinis 455. 456. — seminis 755.
Lithium 25.
Lithofellinsäure 76.

Livores 195.
Locomotio 363.
Locus minoris resistentiae 557.
Loquela 678.
Lordosis 303.
Lücke d. Gekröses s. Darmrinne.
Luft, atmosphärische, als Lebensbedingung 19. 251. —, —, in Bezug auf Fäulniss 199.
Luftdruck, Einfluss dess. auf d. Kreislauf 478. —, — auf die Respiration 694.
Luftleerer Raum im menschl. Körp. 225.
Luftraum im Vogelei 784.
Luftröhre 676. —, Entwickelung ders. 700. 789. —, Geschlechtsversch. ders. 201. —, Gewebe ders. 336. 337.
Luftzufuhr, gehemmte, Einfluss ders. auf Kohlensäureausscheidung in d. Lungen 695.
Lunge 686. —, Altersversch. ders. 172. 179. 186. 686. —, Blutmenge in ders. 453. —, Entwickelung derselb. 700. 789. —, Geschlechtsversch. ders. 201.
Lungenarterie, Altersversch. ders. 186. —, Function ders. u. ihrer Klappen 505. —, Geschlechtsversch. ders. 201.
Lungenbläschen 686.
Lungenblutbahn s. Blutkreislauf, kleiner.
Lungenexhalation 142. —, Geschlechtsverschied. ders. 202.
Lungenmagennerv 534. —, Function dess. 565. 690. 725. 729.
Lympha s. Lymphe. — sanguinis s. Blutflüssigkeit.
Lymphdrüsen 433. 620. —, Altersversch. ders. 179.
Lymphe 142. 473. —, Fortbewegung ders. 433. — d. Milz 741.
Lymphgefässe s. Saugadern.
Lymphgefässsystem, Entwickelung dess. 438.
Lymphknoten s. Lymphdrüsen.
Lymphkörperchen 151. 473. — d. Blutes 461.

M.

Macrosomia 103.
Maculae: emortuales 195; flava retinae 646; germinativa 16; lutea retinae 646.
Mädchenalter 175. Vgl. Jugend.
Männliche Geschlechtsorgane 15. 44. 70. 72. 752. Vgl. Geschlechtsorgane.
Männliches Glied s. Ruthe.
Magen 703. —, Entwickelung dess. 789. —, Geschlechtsversch. dess. 202.
Magengrube, Geschlechtsv. ders. 306.
Magensaft 142. 143. 726. —, Altersversch. dess. 178.
Magenschleimhaut, Altersversch. ders. 178.
Magenthierchen 7.
Magenverdauung 725. —, Altersversch. ders. 178.
Magerkeit 105.
Magnesia s. Talkerde.
Magnesium 25. 50. 75. 120.
Magnetismus 91. —, animalischer, mineralischer, 234.
Magnitudo gigantea 103.
Mahlzeiten, Einfluss ders. auf die Respiration 694.
Malayische Raçe 98.
Malpighi'sche Gefässkörp. d. Nieren 744. — Pyramiden 743.
Malum Pottii 304.
Mandelsteine 158.
Manducatio s. Kauen.
Manganium 25. 50. 75. 120.
Manganoxydul im Harn 748.
Manifestes Leben 21. 169.
Mann s. Geschlechtsverschiedenheiten, Männliche Geschlechtsorgane.
Mannazucker 51.
Mannesalter 18. 176. —, Verschiedenheiten dess. von andern Lebensaltern in Bezug auf: d. Aorta 186; d. Athmungsfrequenz 690; d. Bauchfell 186; d. Blutleiter 184; d. Blutmenge 452; d. Blutvertheilung 453; d. Brustfell 186; d. Cerebrospinalflüssigkeit 586; d. Darmkanal 187; d. Galle 187; d. Gehirn 185; d. Halsorgane 185; d. harte Hirnhaut 184; d. Herz 186. 442; d. Herzbeutel 186; d. Hirnhäute 184; d. Hirnhöhlen 185; d. Hirnwindungen 185; d. Hornhaut 639; d. innern Hirnhäute 184; d. Kehlkopf 185; d. Kohlensäureausscheidung bei d. Respiration 696; d. Kopf 109. 183. 288; d. Krankheiten 177; d. Leber 187; d. Lunge 186. 686; d. Lungenarterie 186; d. Milz 187; d. Muskelhaut d. Darmkanals 187; d. Nahrungsbedürfniss 722; d. Nervensystem 529; d. Pancreas 187; d. Schilddrüse 185; d. Schleimhaut d. Darmkanals 185; d. Systole 480; d. Thorax 684; d. Zotten d. Darmkanals 187.
Mannit 720.
Manubrium sterni 304.
Margarin 136. — in d. Galle 733. — in d. Gehirn 527. — als Nahrungsstoff 721. — in pathol. Niederschlägen 157.
Margarinsäure 136. — im Blute 466. — im Gehirn 527. — in pathol. Niederschlägen 157.
Margo flocculosus u. undulatodentatus retinae 646.
Mariotti'sches Gesetz 224.
Markcylinder s. Nervenfäserchen.
Markhaut d. Knochen 268.
Markhöhlen d. Knochen 264.
Markkanälchen d. Knochen 265. — d. Nieren 743.
Marksäckchen d. Knochen 268.
Markschwamm 167. 440.
Marksubstanz 522. — d. Knochen 264. — d. Nebennieren 682. — d. Nervenmarks 524.
Markzellen d. Knochen 264.
Mastdarmwurm 11.
Masticatio s. Kauen.
Material d. Ernährung 514.
Materien, extractartige, 139. —, wesentlich thierische 129.
Matrix dentis s. Zahnkeim. — telae simplicis 79.
Maulbeersteine 160.
Maulthier, Same dess. 754.
Mauserschlacken 139.
Mauserung 140. 448. 513.
Mauserungsstoffe 139.
Meatus auditorius externus s. Aeusserer Gehörgang.
Meconium s. Kindspech.
Medicin, rationelle, 256.
Medulla oblongata s. Verlängertes Mark. — ossium 268. — spinalis s. Rückenmark.
Medullarkrebs s. Markschwamm.
Medullin 720.
Meerleuchten 7. 41. 94.
Melancholisches Temperament 115.
Melanin s. Schwarzes körniges Pigment.
Malanose, bösartige, 168.
Melanurin 748.
Membranae: chalazifera 785; Döllingeri 652; fibrosae 332; germinativa s. Keimhaut; granulosa follic. Graaf. 761; humoris aquei s. Wasserhaut; Jacobi 652; limitans 646; medullaris ossium 268; media Hobokenii s. mittlere Haut d. Eies; mucosa s. Schleimhaut; nictitans 70; praeformativa 672; Ruy-

schiana 642; secundaria tympani 632. 634; serosa s. Seröse Haut; testae 784; vasculosae 439; vitellina s. Dotterhaut. Vergl. Häute.
Membranartige Horngebilde 80.
Membranbildung, patholog., 163.
Menge d. Blutbläschen 458. — d. Blutes 452. s. Quantität, Zahl.
Menisci s. Zwischenknorpel.
Mensch 96. —, Unterschied dess. von d. Thieren 69.
Menschenraçen 97.
Menses s. Menstruation.
Menstrualblut 469. 767.
Menstruation 176. 767. —, Einfluss ders. auf d. Harn 749.
Mentagrophyten 9.
Mesencephalon 540
Metabolische Kraft d. Elementarzellen 155.
Metalle als Nahrungsstoffe 719.
Metamere Verbindungen 27.
Metamorphosen d. Bildungsflüssigkeit 513. — d. Knochenknorpels 270. — d. organischen Körp. 18. —, patholog. 156. — d. Zellen 78. 149. — d. Zellenkerns 153.
Microsomia 104.
Mikroskopische Bestandtheile d. Blutes 455. — Körperchen in patholog. Neubildungen 162.
Milch 142. 143. —, Verdauung ders. 728. — d. Weibes 766.
Milchdrüsen s. Brustdrüsen.
Milchgänge, Altersversch. ders. 181.
Milchharn 749.
Milchkügelchen 766.
Milchsäure 76. 138. 377. —, Function ders. bei d. Verdauung 727. — im Harn 747.
Milchsaft s. Chylus.
Milchsaftgefässe d. Pflanzen 58.
Milchsaure Salze 124. — — im Blute 464.
Milchzähne 174. 673.
Milchzucker 76. 126. — in d Frauenmilch 767. — als Nahrungsstoff 720.
Mile'scher Versuch 661.
Milz 738. —, Altersversch. ders. 179. 187. —, Blutmenge in ders. 453. —, Entwickelung ders. 789. 796. —, Geschlechtsversch. ders. 202.
Milzbläschen 739.
Milzkörperchen 739.
Milzvenenblut 741.
Mimischer Nerv 565.
Mineralischer Magnetismus 234.
Mischungsbestandtheile d. Knochen 261. — d. Liquor allantoidis 780. — d. Liquor amnios 779. — d. Luft 251. 692. — d. männl. Samens 754. — d. menschl. Körp. 146. — d. Pflanzen 50. — d. Thiere 75. d. Thiere u. Pflanzen 49. — d. versch. Geschlechter 201. Vgl. Chemische Eigenschaften, Chemisches Verhalten.
Mischungsgewicht d. organ. u. unorgan. Körp. 28.
Missgeburten 170. — mit Abnormitäten d. Gesichts 299. — — d. Kopfes 288. — — d. Rumpfes 302. — — d. Schädels 297. Vgl. Monstra.
Mitbewegungen 390. 556. 575.
Mitempfindungen 555. 556. 575.
Mittelalter s. Mannesalter.
Mittelfinger 107.
Mittelfuss, Geschlechtsversch. dess. 107.
Mittelfussknochen 315. —, Altersversch. ders. 280.
Mittelfuss-Zehengelenke 359.
Mittelgehirn 540.
Mittelhand, Geschlechtsversch. ders. 107.
Mittelhandknochen 313. —, Altersversch. ders. 280.
Mittellinie d. Beckens 308. — d. menschl. Körp. 107.
Mittelorganismen 6.
Mittelste Arterienhaut 417.
Mittelwerthe d. respiratorischen Functionen 694.
Mittlere Arterienhaut 336. 417. — Haut d. Eies 778. 781. 794. — Venenhaut 336. 426.
Mittleres Ohr, Entwickelung dess. 629.
Molecularfettkörnchen in pathol. Niederschlägen 157.
Molecularkörperchen s. Elementarkörnchen.
Molke d. Frauenmilch 767.
Molybdaen 25.
Monatsfluss s. Menstruation.
Mongolische Raçe 97.
Monostoma lentis 11.
Monotia 288. 299.
Monstra: acephala 288; acorma 302; aprosopa, microprosopa 299; perocephala 288; perocorma 302. Vgl. Missgeburten.
Moosstärke als Nahrungsstoff 720.
Morgagni'sche Hydatide d. Hodenscheidenhaut 753.
Mortalität s. Sterblichkeit.
Motorische Fasern 530. 531. 576. — Hirnnervenfasern 560. — Kraft 582. Vgl. Bewegungskraft.
Motus: assimilationis, generationis simplex 513; infundibiliformis 242; peristalticus 729; uncinatus, vacillans 242.
Mucin 52.
Muco-pus 612.
Mucus s. Schleim. — matricalis s. Keimstoff.
Mund 107. —, Bewegungen dess. 396. —, Geschlechtsversch. dess. 110. —, Raçenversch. dess. 98. 99. 100. 112. —, Temperamentsversch. dess. 115.
Mundhöhle, Geschlechtsversch. ders. 202. 281. 287.
Mundwinkel, elastische Fasern in dens. 337.
Muscardîne 8.
Musculi: articulares 339; ciliaris 642; cochlearis 636; contractor pupillae 644; depressor uteri 764; dilatator pupillae, sphincter pupillae 644; stapedius 634; tensor choroideae 641. 658; tensor tympani 634. Vergl. Muskeln.
Musculöse Faserzellen 244.
Muskelanstrengung, Einfluss ders. auf d. Harn 750.
Muskelapparat d. Gelenke 339.
Muskelbündel 365.
Muskelfäserchen 366.
Muskelfasern 92. 151. 365. — d. Corpora cavernosa penis 759. — d. Scheide 765. — d. Uterus 762.
Muskelfaserscheide 372.
Muskelgewebe 83. 364. —, Entwickelung dess. 381.
Muskelhaut d. Darmkanals 705. — —, Altersversch. ders. 179. 187. — d. Harnblase, Altersversch. ders. 179. 188. — d. Magens 705. — —, Altersversch. ders. 178. Vgl. Muskelschicht.
Muskelkraft 378.
Muskellehre 361.
Muskelmauser 140.
Muskeln 364. —, Altersversch. ders. 173. 181. —, Contraction ders. als Ursache d. Venenblutlaufs 501. —, Geschlechtsversch. ders. 203. — d. Iris 644. —, die d. Samenausspritzung vermitteln, 756. —, Temperamentsversch. ders. 115. — als Unterstützungsorgane d. Tastsinnes 619. Vgl. Bewegung, Muskelfasern, Muskelgewebe, Muskelhaut, Muskelschicht.
Muskelreizbarkeit 378.
Muskelscheide 152. 365. Vgl. Perimysium

Muskelschicht d. Gebärmutter 762. — —, Einfluss d. Schwangersch. auf dies. 770.
Muskelsubstanz d. Herzens 446.
Muskelthätigkeit, Erregung ders. 386.
Mutatio dentium 675.
Mutterband, rundes, Entwickelung dess. 760.
Mutterflüssigkeit 508.
Mutterhals, Altersversch. dess. 181. 187. 188. —, Veränderungen dess. während d. Schwangersch. 770. 771.
Mutterkuchen 781. 793. 795. —, Kreislauf zwischen d. Embryo u. dems. 799.
Mutterlose Zeugung 5.
Muttermund, äusserer, Altersverschied. dess. 187. —, Einfluss d. Schwangersch. auf dens. 771.
Muttertrompeten s. Eileiter.
Mutterzellen d. Knorpel 270. 321.
Mycoderma cerevisiae 8.
Myelocon 136. 527.
Myolemma 366. Vgl. Muskelscheide, Perimysium.
Myologia 361.
Myopes 661.

N.

Nabel, Geschlechtsversch. dess. 111.
Nabelarterien 783. — d. Neugebornen 172.
Nabelbläschen 778. 792. 794.
Nabelblase s. Nabelbläschen.
Nabelblasengang s. Dottergang.
Nabelgefässe 783. 790. 795. —, Altersversch. ders. 171. 172. 174. —, Blutlauf durch dies. 799.
Nabelgekrösarterien 788.
Nabelgekrösvenen 788.
Nabelschnur s. Nabelstrang.
Nabelstrang 171. 782.
Nabelvene 783. — d. Neugebornen 172.
Nachbilder 551.
Nachempfindungen 551.
Nachgeburt 783.
Nachverdauung 736.
Nacken, Temperamentsversch. dess. 115.
Nackenband 336. 337.
Nägel 80. 619. —, Geschlechtsversch. ders. 203. — d. reifen u. unreifen Frucht 801.
Nähte 295. —, Altersversch. ders. 280. 183.
Nagelglied d. grossen Zehe u. d. Mittelfingers 107.
Nahrung 20. 254.
Nahrungsbedürfniss, Altersversch. dess. 722. —, Geschlechtsversch. dess. 202. 722.
Nahrungsflüssigkeiten 142. 448.
Nahrungsmittel 20. 254. 714. —, Einfluss ders. auf d. Harn 750. —, Verwandlung ders. in Blut 716.
Nahrungssäfte 142.
Nahrungsstoff 20. 254. 701.
Naht d. Gekrösplatten 788.
Nahtdoppler 296.
Nahtknochen 296.
Nahtknorpel 295. 325.
Nanocephalus 288.
Nanocormus 302.
Narbe d. Dotters 785.
Narbengewebe 168.
Nasales 679.
Nase 663. —, Altersversch. ders. 181. —, Bewegungen ders. 396. —, Entwickelung ders. 795. —, Geschlechtsversch. ders. 110. 202. —, Raçenversch. ders. 97. 98. 99. 112. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Nasenast d. dreigetheilten Nerven, Function dess. 563.
Nasenbein 299. —, Altersversch. dess. 279. —, Geschlechtsversch. dess. 107.
Nasenbuchstaben 679.
Nasengegend 299.
Nasenhöhle, Geschlechtsversch. ders. 203. 281. —, Wimperbewegung in ders. 92.
Nasenlänge 107.
Nasenmuschel, untere, 299. —, —, Altersversch. ders. 279. 280.
Nationen, Formversch. ders. 112.
Natrium 25. 50. 75. 120.
Natron 123.
Naturlehre 1.
Naturspiele 170.
Nebennieren 682. —, Altersversch. ders. 171. 188. —, Entwickelung ders. 790.
Neigung d. Beckens 307.
Nematoidea 10.
Nerven 531. —, Altersversch. ders. 180. — d. Corpora cavernosa penis 758. —, Einfluss ders. auf d. Absonderung 509. —, — auf d. Herzthätigkeit 491. —, — auf d. Kreislauf 478. — d. formlosen Zellgewebes 604. — d. Gefässe 415. — d. Haargefässe 422. — d. Hornhaut 640. — d. Iris 644. — d. Knochen 269. — d. Lungen 687. — d. Lymphdrüsen 435. — d. Muskelsubstanz 373. — d. Nabelstranges 783. — d. Nerven 526. 532. — d. Saugadern 431. — d. Schilddrüse 680. — d. Schleimhaut 610. — d. Sehnengewebes 330. — d. Thymusdrüse 682. — d. Uterus 765. — d. Venen 427. — d. Zellgewebes 601. Vgl. Nervensystem, Nervi.
Nervenäther s. Nervenkraft.
Nervenagens s. Nervenkraft.
Nervenfäserchen 151. 523. —, Verlauf ders. im Rückenmark 538.
Nervenfaserinhalt 524.
Nervenfasern, ausstrahlende, 541. —, durchgehende, umspinnende 547.
Nervenfluidum s. Nervenkraft.
Nervengeister s. Nervenkraft.
Nervengewebe 82. 522.
Nervenknoten s. Ganglien.
Nervenkörper s. Ganglienkugeln.
Nervenkraft 38. 549. 550.
Nervenkügelchen 523.
Nervenleben 38. 241.
Nervenlehre 519.
Nervenmark 524.
Nervenmauser 140.
Nervenprincip s. Nervenkraft.
Nervenreizbarkeit s. Sensibilität.
Nervenröhren s. Nervenfäserchen.
Nervenscheide 152. 525.
Nervenskelet 282.
Nervensubstanz 522. —, Altersversch. ders. 180.
Nervensystem 521. —, Altersversch. dess. 180. 529. —, Einfluss d. Schwangerschaft auf dass. 768. —, Geschlechtsversch. dess. [111. 202. 529. —, Physiologie dess. 548. —, Raçenversch. dess. 520. — d. Thiere 95.
Nerventhätigkeit 553. —, Altersversch. ders. 180. — beim Embryo 800.
Nervi: abducens 534. 564; accessorius Willisii 534. 566. 690; acusticus s. Gehörnerv; axillaris 568; cerebrales 534; cerebrospinales 530; cervicales 534. 567; ciliares breves, longi 644; coccygei 534. 570; cruralis 569; cutaneus brachii externus, internus, medius 568; — femoris anterior externus 569; — — posterior communis 570; dorsales 534. 568; dorsalis scapulae 568; facialis 534. 564. 690; glossopharyngeus 534. 565. 666. 725; glutaeus superior, inferior 570; haemorrhoidales 570; hypoglossus 534. 566. 666. 725; iliohypogastricus, ilioinguinalis 559; lumbales 534. 569; lumboinguinalis 569; medianus 568; obturatorius 569; oculomo-

torius, olfactorius, opticus 534. 562; patheticus 534. 563; peronaeus 570; phrenicus 568. 690; pneumogastricus s. vagus; pudendus communis 570; radialis 569; sacrales 534. 569; spermaticus externus 569; sphenopalatinus 564; spinales 534. 566. 690; subscapulares 568; suprascapularis 568; sympathicus s. Sympathisches Nervensystem; thoracici 568; thoracicus posterior 568. 690; tibialis 570; trigeminus 534. 563. 690; trochlearis 534. 563; ulnaris 569; vagus 534. 565. 690. 725. 729; vasomotorius s. Sympathisches Nervensystem. Vgl. Nerven.
Nesthaut, wahre, s. Hinfällige Haut.
Netze d. Saugadern 431.
Netzförmige Drüsen 622.
Netzhaut s. Retina.
Netzknorpel 323.
Neubildung, pathologische, 156. —, —, von Knochengewebe 277.
Neurilem 523. 525.
Neurilemma s. Neurilem.
Neurine s. Nervensubstanz.
Neurologia 519.
Nickel 25.
Niederschläge, pathologische, 157.
Nieren 743. —, Altersversch. ders. 179. 187. 188. —, Blutmenge in dens. 453. —, Entwickelung ders. 790. 795. —, falsche, s. Wolff'sche Körper.
Nierenkanälchen 151. 743.
Nierenkelche, Altersversch. ders. 188.
Nierenkörnchen 744.
Nierensteine 159.
Niesen 662. 689.
Niobium 25.
Nisus formativus 513.
Nonnengeräusch 502. 506. —, abdominelles, 801.
Nota primitiva 786. 791. 794.
Nucleoli s. Kernkörperchen.
Nucleus s. Zellenkern. — blastodermatis s. Keimhügel. — cicatriculae s. Keimhügel. — corpusculorum sanguinis 459. — dentis s. Zahnkeim. — gangliosus 542. — germinativus 16.
Nussgelenk 338.
Nutrimentum vitae 117.
Nutritio s. Ernährung. — interna 414.

O.

Oberarm, Altersversch. dess. 279. —, Bewegungen dess. 399. —, Geschlechtsversch. dess. 107. —, Raçenversch. dess. 112.
Oberarmgelenk 346.
Oberarmknochen 313. —, Altersversch. dess. 280.
Oberhäutchen s. Epithelium.
Oberhaut 80. 613. — d. Pflanzen 58.
Oberkiefer, Entwickelung dess. 788. —, Raçenversch. dess. 98. 100.
Oberkieferast d. dreigetheilten Nerven 563.
Oberkiefergegend 300.
Oberkieferknochen 299. 300. —, Altersversch. dess. 279. 280.
Oberkiefertheil d. Gesichts, Geschlechtsversch. dess. 107.
Oberschenkel, Altersversch. dess. 279. —, Bewegungen dess. 399. —, Geschlechtsversch. dess. 107. 111. 282.
Oberschenkelknochen 314. —, Altersversch. dess. 110. 280. —, Geschlechtsversch. dess. 282. 315.
Odores 663.
Oelsäure 136. — im Blute 466. — in d. Nervensubstanz 527. — in pathol. Niederschlägen 157.
Oelsaures Natron 124. 733.
Oelstoff 136. — in d. Galle 733. — als Nahrungsstoff 721. — in d. Nervensubstanz 527. — in pathol. Niederschlägen 157.
Oeltröpfchen im Chylus 475. — in d. Lymphe 473.
Oelzucker 135. 136. — in d. Nervensubstanz 527.
Oertlichkeit in Bezug auf Sterblichkeit 190.
Offene Höhlen 144.
Ohr 627. —, äusseres, mittleres, s. Aeusseres, Mittleres Ohr. —, inneres, s. Labyrinth. —, Geschlechtsversch. dess. 203. Raçenversch. dess. 99. 113. —, Temperamentsversch. dess. 115.
Ohrbläschen, Emmert'sches 628.
Ohrenschmalz 143. 615. 633. —, Altersversch. dess. 181. 184.
Ohrenschmalzfett 136.
Ohrknotenzweige 564.
Ohrkrystalle 636.
Ohrmuschel s. Aeusseres Ohr.
Ohrtrompete 635. —, Entwickelung ders. 629.
Oken'sche Körper s. Wolff'sche Körper.
Olein s. Oelstoff.
Oleinsäure s. Oelsäure.
Oleophosphorsäure 136. 527.
Ophthalmomelanin 126.
Optischer Mittelpunkt d. Linse 659.
Ora serrata retinae 645.
Orbiculus ciliaris 643.
Orbita s. Augenhöhle.
Organa: adamantinae 672; auditus 627; fibroso-fascicularia 332; gustus 664; olfactus 662; sensoria, sensuum 624; tactus 617; visus 637.
Organe 1. 2. — d. Pflanzen 57. —, elektrische, d. Zitterfische 94.
Organenknorpel 324.
Organenzellgewebe 81. 605.
Organisation 2. 29.
Organisch 2.
Organische Bestandtheile d. Pflanzen 51. — Körper 1. 4. — —, Entstehen ders. 5. — —, Metamorphosen ders. 18. — —, Vergehen ders. 22. — Kräfte 30. 38. 363. — Lebenserscheinungen 38. — Muskeln 383. — Nahrungsstoffe 719. — Nerven 536. — Nervenfasern 524. 543. 590. — Radicale 26. — Salzbasen 53. — Stoffe im Blute 465. — Verbindungen 76. — Wirkungen d. Sympathicus 590.
Organisches Nervensystem s. Sympathisches Nervensystem.
Organisch-motorische Nerven 536. — Nervenfasern 592.
Organisch-saure Salze 124.
Organisirt 2.
Organisirte pathol. Gebilde 160.
Organismus 2.
Orthognathische Gesichtsform 133.
Ortsbewegungen 400.
Ortsinn 618.
Oscilllationstheorie 653.
Oscitatio 688.
Osmazom 140. 377.
Osmium 25.
Ossa: brachii s. Oberarmknochen; carpi s. Handwurzelknochen; coccygis s. Steissbein; cruris s. Unterschenkelknochen; digitorum s. Fingerknochen, Zehenknochen; ethmoideum s. Siebbein; femoris s. Oberschenkelknochen; frontis s. Stirnbein; ilium s. Hüftbein; incisivum 294; intermaxillare 69. 294; interparietale 294; ischii s. Sitzbein; lacrymalia s. Thränenbein; maxillare inferius s. Unterkieferknochen; maxill. superius s. Oberkieferknochen; metacarpi s. Mittelhandknochen;

metatarsi s. Mittelfussknochen; nasalia s. Nasenbein; occipitale s. Hinterhauptsbein; palatina s. Gaumenbein; parietalia s. Seitenbein; penis 70; pelvis s. Beckenknochen; pubis s. Schambein; sacrum s. Kreuzbein; sphenoideum s. Keilbein; sternocostalia 312; suprasternalia 305; suspensorium 294; tarsi s. Fusswurzelknochen; temporalia s. Schläfenbein; turbinata 299; tympanicum 294; zygomatica s. Jochbein.
Ossicula: antepilepticum, interfrontale, interparietale, suturarum, Wormiana 296.
Ossificatio s. Verknöcherung.
Osteoid, bösartiges, 168.
Osteologia 261.
Osteophyt, puerperales, 768.
Ostia arteriosa cordis 480.
Otocephalus 299.
Ovarium s. Eierstock.
Ovula Nabothi 181. 764.
Ovulum humanum s. Ei d. Menschen.
Oxyprotein 129.
Oxyuris 11.

P.

Pacini'sche Körperchen 533.
Palatinae 679.
Palatum fissum 300.
Palladium 25.
Pallisadenwurm 11.
Pancreas, Altersversch. dess. 178. 187. — Asellii 70. —, Entwickelung dess. 789. 796. —, Geschlechtsversch. dess. 202.
Pancreatischer Saft 143. 734. — —, Absonderung dess. beim Greise 178.
Panniculus adiposus 606. 614.
Papillae filiformes, fungiformes, vallatae 665.
Papillen d. Pflanzen 58.
Parallelogramm d. Kräfte 91. 213.
Parenchym d. Pflanzen 57.
Parenchymatöse Diffusion d. Gase 700. — Urbildungsflüssigkeit s. Keimstoff.
Parenchymatöses Zellgewebe 81. 605.
Parenchymzellen 151.
Pars foetalis placentae 782. — gangliosa ni. sympathici 545. — plexuosa ni. sympathici 545. — uterina placentae 781.
Partes simplices corporis humani 143.
Partus 751. — immaturus s. Unreife Frucht. — maturus s. Reifgeburt. — praecox 169. 800. — serotinus s. Spätgeburt.
Patella s. Kniescheibe.
Pathologische Gebilde, Entwickelung ders. 156.
Paukenhöhle 627. —, Altersversch. ders. 180. 184. 280. —, Entwickelung ders. 629. —, Function ders. 634.
Pectin 52. — als Nahrungsstoff 720.
Peitschenwurm 11.
Pelvis s. Becken.
Pendelschwingung 90. 218.
Penicilli lienis 741.
Penis s. Ruthe.
Pepsin 76. 125. —, Function dess. bei d. Verdauung 727.
Pericardium s. Herzbeutel.
Perichondrium 268. 317. 333.
Pericranium 268. 297.
Peridesmium 268.
Perilympha 143. 635. —, Altersversch. ders. 181.
Perimysium 366. — externum 365. — internum 366. Vgl. Muskelscheide.
Perioden d. Lebens organ. Körp. s. Bildungsperioden.
Periodicität d. Lebenserscheinungen 41. 93. 247.
Periorbita 268. 299.
Periosteum s. Knochenhaut. — Internum 268.
Peripherische Blutbewegung 477. 498. — Energie d. Nerven 554. — Ganglienkugeln 525. — Nervenendigungen 532.
Peripherischer Reflex 576. — Theil d. animalen Nervensystems. 531.
Perisperm 47.
Peristaltische Bewegung d. Magens 729. — — d. Ureteren 746.
Perspirabile cutaneum 615.
Perspiratio cutanea, insensibilis s. Hautausdünstung.
Petit'scher Kanal 659.
Pétrequin'sche Kapsel 709.
Peyer'sche Drüsen 702. 706. 708. — Drüsenplexus 706.
Pfanne 354. —, Altersversch. ders. 281. —, Geschlechtsversch. ders 282. 308.
Pflanzen 42.
Pflanzenalkaloide 53. —, Verhalten ders. im menschl. Körp. 721.
Pflanzenbasen s. Pflanzenalkaloide.
Pflanzeneiweiss 52. — coagulirtes und lösliches als Nahrungsstoff 719. —, Verhalten dess. im Magen 728.
Pflanzenfaserstoff s. Cellulose.
Pflanzenfibrin 52.
Pflanzengallerte s. Pectin.
Pflanzenleim 52.
Pflanzenschleim 51. — als Nahrungsstoff 720.
Pflanzensäuren, Verhalten derselb. im menschl. Körp. 721.
Pflanzenzellen 55. —, Bewegung ders. 62. —, Fortpflanzung ders. 62. —, Leben ders. 60.
Pflasterepithelium 608. —, d. Gefässe 452. 412. — d. Lymphgefässe 430.
Pflugscharbein 299. —, Altersversch. dess. 279.
Pförtner 705.
Pfortaderblut 468.
Pfortaderblutlauf 503. —, Altersversch. dess. 179.
Pfriemenschwanz 11.
Phlebolithen 160.
Phlegmatisches Temperament 115.
Phocänin 76. 721.
Phosphor 25. 50. 75. 119. — im Gehirn 527.
Phosphornecrose d. Unterkiefers 301.
Physik 1.
Physikalische Eigenschaften: d. Faeces 738; d. Haare 620; d. Harns 746; d. Knorpel 317; d. Lichtes 653; d. Muskeln 374; d. Sehnengewebes 328; d. Zellgewebes 603. — Gesetze: im menschl. Körp. 204; im Thierkörp. 90. — Kräfte 30. — Veränderungen d. eingeathmeten Luft 693.
Physiologie 1.
Phytocolla 52.
Phytogenium 49.
Phytozoen 43.
Pia mater s. Weiche Hirnhaut.
Picromel 732.
Pigment s. Farbstoffe.
Pigmentablagerungen in d. Haut d. Schwangern 768.
Pigmenthaut d. Choroidea, äussere und innere 642.
Pigmentzellen 151.
Pilze bei Hautkrankheiten 9.
Pinguedo s. Fette.
Placenta 781. — foetalis s. Fruchtkuchen. — sanguinis 463. — uterina 781.
Placentargeräusch 801.
Plasma s. Blutflüssigkeit. — d. Chylus 475 — d. Lymphe 473.
Plastische Kraft d. Elementarzellen 154. — Nahrungsmittel 715.

Platin 25.
Plattenepithelium s. Pflasterepithelium.
Pleura s. Brustfell.
Plexus: ansatus 423; arteriosus linearis 373; brachialis 568; dendriticus, excentricus 424; gangliosi 645; ischiadicus 569; linealis, longitudinalis angulo acuto ornatus 424; lumbalis 569; lymphatici 432; maculoso-longitudinalis 424; maculosus 424; pubicus impar 757; pudendalis ven. 757; vasculosus maculoso-longitudinalis 329; undulatus 423.
Plicae: conniventes Kerkringii 706; palmatae 764; transversa retinae 646.
Poisseuille'scher Raum 498.
Pollen, Bildung dess. 46. —, thierisches, 754.
Pollenkörner 44.
Polydipsia 723.
Polymere Verbindungen 27.
Polystoma pinguicola, venarum 11.
Porosität 91. 207.
Praeoperculum 291.
Prehensio ciborum 721.
Presbyopes 661.
Primäre Gefässhaut 421.
Primitivband d. Nervenfasern 524.
Primitivbündel d. Sehnen 332.
Primitivcylinder d. Nerven s. Nervenfäserchen.
Primitive Zahnfurche 671.
Primitivfäden 143. — d. Nervenfaser 524.
Primitivfasern 143. — d. Zellgewebes 599.
Primitivkörner s. Elementarkörnchen.
Primitivmuskelfasern 366.
Primitivnervenfasern s. Nervenfäserchen.
Primitivplatten s. Rückenplatten.
Primitivrinne s. Primitivstreifen.
Primitivsehnenfasern s. Sehnenfäserchen.
Primitivstreifen 528. 786. 791. 794.
Primitivzellen s. Elementarzellen.
Primordialnieren s. Wolff'sche Körper.
Processus: ciliares 643. 650; iridis periphericі 643; supracondyloideus 313; vaginae corpusculi gangliosi 525; xiphoideus 305.
Profil d. Kopfes, Raçenversch. dess. 112.
Prognathische Gesichtsform 113.
Proportionen d. menschl. Körp. 106. — —, Raçenversch. ders. 112. — d. Skelets 279.
Propulsivkraft 364.
Prosenchym d. Pflanzen 58.
Prostata 756. —, Altersversch. ders. 181. 188.
Prostatasand 160.
Prostatasaft 143.
Prostatasteine 160. 188.
Protein 76. 129.
Proteinstoffe als Nahrungsstoffe 719. — in pathol. Niederschlägen 157.
Proteinverbindungen im Blute 465. im Harne 749. — in d. Pflanzen 52.
Protoorganismen 6.
Provisorischer Callus 274.
Provisorisches Narbengewebe 168.
Pseudofibrin 465.
Psychische Kräfte d. Thiere 96.
Psychisches Nervensystem 553.
Ptyalin s. Speichelstoff.
Pubertät s. Pubertätszeit.
Pubertätszeit 74. 176. 767. —, Verschiedenheit ders. von andern Lebensaltern in Bezug auf: d. Atlas, d. Beckenknochen, d. Ellenbogenbein 280; d. Fäulniss 199; d. Fingerknochen, d. Fusswurzelknochen, d. Handwurzelknochen 280; d. Kehlkopf 176. 185; d. Kniescheibe 280; d. Körpergrösse 176; d. Kopf 280; d. Krankheiten 176; d. Kreuzbein, d. Mittelfussknochen, d. Mittelhandknochen, d. Oberarmknochen, d. Oberschenkelknochen, d. Schienbein, d. Schlüsselbein, d. Schulterblatt, d. Sesambeinchen, d. Skelet, d. Speiche, d. Steissbein 280; d. Sterblichkeit 189; d. Thorax 186; d. Trochanteren, d. Wadenbein, d. Wirbel, d. Zähne, d. Zehenknochen 280; d. Zeugungsorgane 176; d. Zungenbein 280.
Pubertas s. Pubertätszeit.
Pueritia 175. Vgl. Jugend.
Puissance du moule intérieur 513.
Pulpa dentis 671. 672. — lienis 739.
Puls d. Arterien 495. —, Geschlechtsversch. dess. 201. —, Periodicität dess. 247. —, Temperamentsversch. dess. 115. — d. Venen 502.
Pulsadern s. Arterien.
Pulsus s. Puls. — cordis s. Herzschlag. — dicrotus 495.
Puncta ossificationis 272.
Punctum saliens 799.
Pupille, Altersversch. ders. 180. 184.
Purkinje'sches Bläschen s. Keimbläschen.
Pygodidymus 302.
Pyin 135. 164.
Pylorus 705.
Pyramidenkreuzung 580.

Q.

Qualität d. Absonderungen 509.
Quantität d. Absonderungen 509. — d. Blutes, welches durch eine Systole aus dem Herzen getrieben wird 486. — d. Wassers, welches durch d. Respiration ausgeschieden wird 695. Vgl. Menge, Zahl.
Quaternäre Verbindungen 25. 124.
Quecksilber 25.
Quellwasser 717.
Quergestreifte Muskeln 383. 384.
Querleitung, Erregung durch. dies. 575.
Querstreifen d. Primitivmuskelfasern 370.
Quinäre Verbindungen 25.

R.

Raçenverschiedenheit d. Form 112. — d. Nervensystems 530.
Rachen, Geschlechtsversch. dess. 202.
Radicale, organische, 26.
Radio-Ulnargelenk, oberes, 349. —, unteres, 351.
Radius 313. Vgl. Speiche, Vorderarmknochen.
Räderthierchen 7.
Räuspern 689.
Rahm d. Frauenmilch 766.
Reaction 18. 40. 248. —, chemische, s. Chemisches Verhalten.
Reactionsbewegungen 560.
Reactionsvermögen 40.
Receptivität 40. 550.
Rechte Körperhälfte, Ueberwiegen ders. 108.
Reflectirte Bewegung 387. 576. Vgl. Reflexbewegung.
Reflex d. Nerventhätigkeit 555.
Reflexabsonderungen 591.
Reflexbewegungen 390. 531. 555. 576. 577.
Reflexempfindungen 555. 556.
Reflexfasern 531. 576.
Reflexfunctionen d. Rückenmarks 571.
Reflexgefühl 560. 576.
Reflexio lucis 653.
Reflexionsbewegungen s. Reflexbewegungen.
Reflextheorie (Marshall-Hall's) 577.
Refractio lucis 653.

Regenbogenhaut s. Iris.
Regeln s. Menstruation.
Regeneration 512. 516. — d. Knochengewebes 273. — d. Nervensubstanz 529. Vgl. Reproduction.
Regenerationskraft 39. 40. 516.
Regenwasser 717.
Reibung 90. 217.
Reife Frucht 800.
Reifgeburt 752. 800.
Reinigung, monatliche, s. Menstruation.
Reiten 406.
Reizbarkeit 18. 39. 248. — d. Muskeln 364. — d. Venen 428.
Reize 18. 40. 550.
Reizempfänglichkeit s. Reizbarkeit.
Reizung s. Erregung.
Ren s. Niere.
Reproduction 16. 17. — d. Pflanzen 67. — d. Sehnengewebes 330. —, Temperamentsversch. ders. 114. — d. Zellgewebes 604. Vgl. Regeneration.
Reproductionskraft 513.
Resinae 53.
Resorption 448. 510. — d. Chylus, d. Lymphe 513.
Resorptionskraft d. äussern Haut 617. d. Lymphgefässe 433. — d. Venen 428.
Respiration 513. 682. —, Altersversch. ders. 175. 179. 686. 689. 690. 696. —, Geschlechtsversch. ders. 201. 202. 306. 686. —, Periodicität ders. 247. —, Temperamentsversch. ders. 114. 115. —, Veränderung ders. durch d. Schwangersch. 768.
Respirationsbewegungen 685. — d. Embryo 800.
Respirationsnahrungsmittel 715.
Respirationsorgane, Altersverschied. ders. 171. —, Entwickelung ders. 700. —, Geschlechtsversch. ders. 201. —, Wimperbewegung in dens. 92. Vgl. Bronchien, Kehlkopf, Luftröhre, Lunge.
Restaurationsvermögen s. Regenerationskraft.
Rete Halleri 753. — mirabile arteriosum 70. — — amphicentricum, bipolare, contortum, diffusum, fasciculatum, pinnatifidum, reticulatum, unipolare 439.
Retina 645. —, Altersversch. ders. 180. — externa, interna 652. —, Function ders. 660.
Retinacula cutis 613.
Rhizinae 59.
Rhodium 25.
Rhodizonsäure 465.
Rhythmus d. Respiration 690.
Richtstrahlen 653.
Richtungslinie d. Beckens 308.
Riechnerv s. Geruchsnerv.
Riechorgan s. Geruchsorgan.
Riechstoff d. Faeces 737.
Riesenwuchs 103.
Rigor mortis 197. 374. — syncopticus 195.
Rindenkanälchen d. Nieren 743.
Rindensubstanz d. Knochen 264. — d. Nebennieren 682. — d. Nerven 522. 559. — d. Nervenmarks 524. — d. Zahnes s. Cement.
Ringcommissur 539.
Ringfaserhaut d. Gefässe 413. 417. — d. Saugadern 430.
Rippen 305. —, Altersversch. ders. 280. —, Bewegungen ders. 398. —, Entwickelung ders. 786. 788. —, Geschlechtsversch. ders. 111. 281. 306.
Rippen-Brustbeingelenke 344.
Rippenknorpel 305. 325.
Rippen-Wirbelgelenke 344.
Röhrchen 143.
Röhrige Fasern in pathol. Neugebilden 163.
Rohrzucker 51. 720.
Rollmuskelnerv s. Nervi: trochlearis.
Rosenmüller'sches Organ 795.
Rosige Säure s. Harnroth.
Rostfarbene Hirnsubstanz 542.
Rothe Substanz d. Milzpulpa 740.
Rotatio 337. — spinae 303.
Rückbildung 515.
Rückenmark 536. —, Altersversch. dess. 180. —, Entwickelung dess. 528. 786. 787. —, Function dess. 570. —, Geschlechtsversch. dess. 202. —, Temperamentsversch. dess. 115. Vgl. Nervensystem.
Rückenmarksfaden 536.
Rückenmarkshöhle s. Spinalkanal.
Rückenmarkslamellen 538.
Rückenmarksnerven 534. —, Function ders. 566. —, Geschlechtsversch. ders. 202.
Rückenmarkszapfen 536.
Rückennerven 534. —, Function ders. 569.
Rückenplatten 786. 791.
Rückensaite 786. 791.
Rückgrath s. Wirbelsäule.
Rumpf 302. —, Altersversch. dess. 109. 279. —, Bewegungen dess. 397. —, Geschlechtsversch. dess. 106. 107. 110. —, Raçenversch. dess. 99. 112.
Rumpfknochen, Altersversch. ders. 279. —, Geschlechtsversch. ders. 281.
Rumpfnervensystem s. Sympathisches Nervensystem.
Rumpfrippenbogen 283.
Runde Mutterbänder, Einfluss d. Schwangersch. auf dies. 772. —, Entwickelung ders. 760.
Rundwürmer 10. 86.
Ruthe 758. —, Altersversch. ders. 181. Entwickelung ders. 760. 795.
Ruthenium 25.
Ruthenschaft 758.
Ruthenzellenkörper 758.

S.

Saccharomyces 8.
Saccharum lactis s. Milchzucker.
Sacculi medullares ossium 268.
Säfte d. menschl. Körp. 141.
Säugethierembryo, Entwickelung dess. 791.
Säugethierskelet 283.
Säuglingsalter, früheres 171. —, späteres, 173. Vgl. Kindesalter.
Saftgrün 53.
Salze als Nahrungsstoffe 718. — im Blute 464. — im Chylus 475. — im Gehirn 527. — in d. Lymphe 474.
Salzsäure 122.
Same, männlicher, 15. 16. 142. 143. 753. 754. —, Altersversch. dess. 181.
Samenbläschen 756. —, Altersversch. ders. 181. 188.
Samenduft 754.
Sameneiweiss 47.
Samenfäden s. Samenthierchen.
Samengefässe s. Samenkanälchen.
Samenkanälchen d. Hoden u. Nebenhoden 753.
Samenknospe 46. 47.
Samenkörner 753.
Samenleiter 756. —, Altersversch. ders. 181. 188. —, Entwickelung ders. 760.
Samenthierchen 12. 16. 753. 754.
Samenzellen s. Samenthierchen.
Sanguification s. Blutbildung.
Sanguinisches Temperament 115.
Sanguis s. Blut.
Sarcina ventriculi 8.
Sarcosin 134. 376.

Sauerstoff 25. 50. 75. 117. —, Aufnahme dess. in d. Blut 699. —, Consumtion dess. beim Athmen 118.
Sauerstoffgehalt d. organ. u. unorgan. Körp. 22.
Saugadern 144. 429. —, Altersversch. ders. 179. 187. 438. — als Aufsaugungsorgane 433. 510. — d. Gefässe 415. — d. Knochen 269. — d. Milz 741. — d. Muskelsubstanz 373. — d. Nabelstranges 783. — d. Nerven 526. — d. Schilddrüse 680. — d. Schleimhaut 610. — d. Thymusdrüse 681.
Saugaderwundernetze 439.
Saugen 689 721.
Saugflocken d. Chorion 777.
Saugwürmer 11. 86.
Scapula s. Schulterblatt.
Schädel 295. —, Altersversch. dess. 109. 182. 183. 280. —, Geschlechtsversch. dess. 110. 202. 281. 287. —, Raçenversch. dess. 97. 98. 99. 100. 112. 113. Vgl. Kopf.
Schädellehre 289.
Schafhaut s. Amnion.
Schafwasser s. Fruchtwasser.
Schale d. Blutbläschen 459. — d. Vogeleies 784.
Schalenhaut s. Chorion — d. Vogeleies 784.
Schall 630.
Schallstrahlen 631.
Schallwellen 631.
Schambeine, Geschlechtsversch. ders. 282. 308. 309.
Schambeinsymphyse 345.
Schamberg, Altersversch. dess. 181.
Schambogen, Geschlechtsversch. dess. 282. 308. 309.
Schamknorpel, Geschlechtsversch. dess. 308.
Schamlefzen, Raçenversch. ders. 114. —, d. reifen u. unreifen Frucht 801.
Schamlippen, Altersversch. ders. 181.
Scheele'sches Süss s. Oelzucker.
Scheide 765. —, Altersversch. ders. 181. 188. —, Einfluss d. Schwangersch. auf dies. 772. — d. Nabelstranges 783.
Scheidenhaut d. Hodens 753. —, Altersversch. ders. 188.
Scheiner'scher Versuch 661.
Scheintod 193.
Scheintodstarre 195.
Scheitelbeine s. Seitenbeine.
Schenkel, Raçenversch. ders. 99. 112.
Schenkelknochen 314.
Schenkelkopf 354.
Schenkelschienbeingelenk 357.
Schichtgebilde 79.
Schienbein 315. —, Altersversch. dess. 110. 280. 281. —, Geschlechtsversch. dess. 111.
Schilddrüse 680. —, Altersversch. ders. 185.
Schildknorpel, Geschlechtsversch. dess. 201.
Schistocephalus 288.
Schläfenarterie, Altersversch. ders. 180. 184.
Schläfenbein 295. —, Altersversch. dess. 279.
Schlängelung der Arterien bei d. Systole 495.
Schlaf 247. 585.
Schlaffes Zellgewebe 604.
Schlag d. Arterien s. Puls.
Schlagadern s. Arterien.
Schlauchartige Gebilde in pathol. Neubild. 163.
Schlauchförmige Drüsen 703. 704.
Schleim 54. 142. 143. 612. —, Absonderung dess. 611. — in d. Galle 733.
Schleimbeutel 83. —, Altersversch. ders. 181.
Schleimblatt 775. 784.
Schleimdrüsen 611. — d. Uterus 764.
Schleimgewebe s. Zellgewebe.
Schleimhaut 610. — d. Darmkanals 705. — —, Altersversch. ders. 187. — d. Dickdarms 708. — d. Dünndarms 705. — d. Eileiter 762. — d. Harnblase, Altersversch. ders. 187. — d. kleinen Schamlippen 765. d. Magens 703. — d. Nasenhöhle als Sitz d. Geruchsinnes 663. — d. Scheide 765. — —, Altersversch. ders. 181. — d. Uterus 764. — —, Veränderungen ders. während d. Schwangersch. 769.
Schleimhautdrüsen 83.
Schleimhautwärzchen 611. — d. Uterus 764. — —, Altersversch. ders. 181. 188.
Schleimkörperchen 151. 612.
Schleimsaft 612.
Schleimstoff 76. 127. 612.
Schleimzucker 51. 720.
Schlingbewegungen d. Embryo 800.
Schlingen 724. —, Altersversch. dess. 178.
Schluchzen 688.
Schlucken 688.
Schlürfen 689.
Schlüsselbein 312. —, Altersversch. dess. 280. —, Bewegungen dess. 399. —, Geschlechtsversch. dess. 111. 282. 313.
Schlüsselbeinschultergelenk 346.
Schlundkopf, Bewegungen dess 397. —, Geschlechtsversch. dess. 202.
Schmeckbare Stoffe 666.
Schmelzfasern 668.
Schmelzhaut 669. 672. —, äussere 668.
Schmelzkapselhäutchen 668.
Schmelzoberhäutchen 668.
Schmelzorgan 672.
Schmelzprismen 151. 668.
Schmelzpunkt 228.
Schnäuzen 689.
Schnarchen 689.
Schnecke im Ohre 636. —, Entwickelung ders. 628.
Schneewasser 717.
Schnelligkeit d. Blutbewegung 478.
Schnopern 664.
Schnüffeln 689.
Schulterblatt 313. —, Altersversch. dess. 280. —, Bewegungen dess. 399. —, Geschlechtsversch. dess. 111. 282.
Schultergelenk 346.
Schultern, Geschlechtsversch. ders. 111. —, Raçenversch. ders. 98. 112. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Schwammzucker 51. 720.
Schwangerschaft 768. —, Einfluss ders. auf d. Brüste 766. 772. —, — auf d. Harn 749. 768. —, — auf d. Menstruation 767. —, — auf d. Muskelschicht d. Uterus 762. 770.
Schwangerschaftsmilch 766.
Schwangerschaftsosteophyt 768.
Schwanzbein s. Steissbein.
Schwanzkappe 786. 788. 792.
Schwanzscheide 788.
Schwarze Hirnsubstanz 542.
Schwarzes körniges Pigment 76. 126. 158.
Schwefel 25. 50. 75. 119. — im Gehirn 527.
Schweiss 143. 615. 616. —, Fette dess. 136.
Schweissabsonderung, Geschlechtsversch. ders. 202. Vgl. Hautausdünstung.
Schwellbare Gebilde 439.
Schwellgewebe d. Scheide 765.
Schwerkraft 90. 214.
Schwerpunkt d. menschl. Körp. 214.
Schwertfortsatz 305.
Schwimmen 403.
Schwund 105.
Scirrhus 168.
Sclerogen s. Cellulose.

Sclerotica 638. —, Altersversch. ders. 180. 184. —, Function ders. 657.
Scoliosis 303.
Scrophulöse Materie 165.
Sebum cutaneum 615.
Secernirte Ausscheidungsst. d. menschl. Körp. 125.
Secreta 142. 507. 508.
Secretion, Altersversch. ders. 438. —, Geschlechtsversch. ders. 202. Vgl. Absonderung, Ausscheidung, Excretion.
Secretionsflüssigkeiten 142. 507.
Secretionsmenstruum 508.
Secundarwirbel 283.
Seele 585.
Sehen 653.
Sehhügel, Altersversch. ders. 185. —, Entwickel. ders. 786. —, Function ders. 581.
Sehnen 332. —, Altersversch. ders. 181.
Sehnenfäserchen 329. 331.
Sehnenfasern 329. 332. — d. Corpora cavernosa penis 759.
Sehnengewebe 82. 328.
Sehnenknorpel s. Faserknorpel.
Sehnerv 534. —, Entwickelung dess. 788. —, Function dess. 562.
Sehnige Ausbreitungen, Bündel, Häute, Hüllen, Scheiden 333.
Sehniges Fasergewebe, Gewebe s. Sehnengewebe.
Sehorgan 637.
Sehwinkel 654.
Seitenbeine 295. —, Altersversch. ders. 182. 279. —, Raçenversch. ders. 113.
Seitenkappe 788.
Seitenscheiden 788.
Seitlicher Dualismus 108.
Selbstbestimmung 40.
Selbsterhaltung 38. 92. 241.
Selbsttheilung 14.
Selbstverbrennung 231.
Selen 25.
Semen virile s. Samen, männl.
Semilunarklappen s. Arterielle Klappen.
Senectus 177. Vgl. Greisenalter.
Sensibilität 549. 550. — d. Gehirns 581. d. Muskeln 377. — d. Sympathicus 593.
Sensitive Nerven 560. — Wirkungen d. Sympathicus 590.
Sensorielle Fasern 531.
Sensuelle Nerven s. Sinnesnerven.
Septa lateralia lentis 648.
Septula fibrosa albugineae penis 758.
Seröse Häute 336. 609. — —, Altersversch. ders. 179. — — d. Magens 705. — Hülle d. Dotters 788.
Seröses Blatt 775. 784. 786. — Gewebe 83.
Serolin 76. 136. — im Blute 466. — in pathol. Niederschlägen 157.
Serum lactis hum. 767. — d. Lymphe 473. — membranarum serosarum 610. — sanguinis 462. 464. — im Zellgewebe 142.
Seufzen 688.
Siebbein 295. —, Altersversch. dess. 279. 280.
Siedepunkt 288.
Sigmoidalklappen s. Arterielle Klappen.
Silber 25.
Silicium 25. 50. 75. 120.
Singultus 688.
Sinne 624.
Sinnesnerven 534. 560.
Sinnesnervenknoten 547.
Sinnesorgane 624. —, Altersverschied. ders. 173. 180. —, Geschlechtsversch. ders. 203. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Sinnesorganknoten 547.
Sinus: frontales s. Stirnhöhlen; mastoidei, Altersversch. ders. 184. 280; terminalis 787. 798; urogenitalis 760.
Siphonoma 163.
Sittlichkeit in Bez. auf Sterblichkeit 191.
Situs organorum mutatus 108.
Sitzbein 307. —, Geschlechtsversch. dess. 282. 308. 309.
Sitzen 307. 405.
Skelet 278. —, d. Wirbellosen 85.
Smegma 615.
Solide Muskeln 383.
Solitäre Drüsen 702. 706. 707.
Somatische Kraft 363.
Spätgeburt 169. 800.
Spannmuskel d. Choroidea 641. — Function dess. 658.
Specifische Leitung d. Nerven 554. — Reize 550.
Speckhaut 463.
Specksubstanz 164.
Speiche 313. —, Altersversch. ders. 280.
Speichel 142. 143. 723. —, Altersversch. dess. 178. 181.
Speicheldrüsen, Altersversch. ders. 178.
Speichelstoff 76. 125. 140. — im Chylus 457.
Speichelsteine 158.
Speisen 716. —, Verdaulichkeit ders. 729.
Speiseröhre, Geschlechtsversch. ders. 202. —, Gewebe ders. 336. 337.
Speisesaft s. Chylus.
Sperma virile s. Same, männlicher.
Spermatin 127. 754.
Spermatozoen s. Samenthierchen.
Spermatozoiden s. Samenthierchen.
Spina bifida 303. — dorsi, vertebrarum s. Wirbelsäule.
Spinales Nervensystem 553.
Spinalganglien 548.
Spinalkanal 302. —, Geschlechtsversch. dess. 202. 281.
Spinalknoten 547.
Spinalnerven s. Rückenmarksnerven. —, eigentliche, 531. 576.
Spinalnervenfasern, Verhalten ders. im Rückenmarke 540.
Spinalplatten s. Rückenplatten.
Spinalsaite s. Rückensaite.
Spinalsystemganglien 548.
Spindel s. Speiche.
Spirituöse Getränke, Einfluss ders. auf d. Respiration 694.
Spiritusextract 140.
Spiroptera hominis 11.
Spissamentum sanguinis 463.
Spitzkinn 301.
Splanchnologia 597.
Splen s. Milz.
Spondylarthrocace 304.
Spongiöse Knorpel 320. 323.
Spontaneität 40.
Sporangium 59.
Sporen 44. 59.
Sporenfrucht 59.
Sporenhülle 59.
Sporocarpium 59.
Sprache 678. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Sprachenstämme, Eintheilung d. Menschen nach dens. 100.
Springen 403.
Springwurm 11.
Sprossen, Fortpflanzung durch dies. 14. 43. 71.
Sprossenbildung d. Zellen 148.
Sprungbein 315. —, Altersversch. dess. 280.
Spulwurm 11.
Stabförmige Körper 646.
Stacheln d. Pflanzen 59.
Stäbchenschicht d. Retina 646.
Stärke d. Haare 620. Vgl. Grösse, Umfang.
Stärkemehl 52. — als Nahrungsstoff 720.

—, Verdauung dess. 728. —, Verhalten dess. zum Speichel 723.
Stärkemehlgummi 52. 134. — als Nahrungsstoff 720.
Stamm s. Rumpf.
Statik d. menschl. Körp. 213.
Statur 102.
Staubbeutel 59.
Staubfäden 46.
Stearerin 136.
Stearin s. Talgstoff.
Stearinsäure s. Talgsäure.
Stearoconot 136. 527.
Steatosis musculorum 181.
Stehen 404.
Stehende Schwingungen d. Flüssigkeiten 226.
Stehendes Alter 176. Vgl. Mannesalter.
Steinkohlen 48.
Steissbein 307. —, Altersversch. dess. 279. 280. —, Geschlechtsversch. dess. 282. 308.
Steissbeinnerven 534. —, Function ders. 570.
Stellungen d. Körpers 404.
Sterberscheinungen 191.
Sterben 22. 47. 74. 188.
Sterbepolypen 196.
Sterblichkeit 189.
Stercora s. Faeces.
Sternum s. Brustbein.
Sternutatio s. Niesen.
Stertor 689.
Stickstoff 25. 50. 75. 118.
Stickstofffreie Nahrungsmittel 715.
Stickstoffhaltige Nahrungsmittel 715.
Stigmata Malpighii 741.
Stillstandsperiode 18.
Stimmbänder, Geschlechtsversch. ders. 201.
Stimme 676. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Stimmritze, Geschlechtsversch. ders. 201.
Stimuli s. Reize.
Stirn, Geschlechtsversch. ders. 110. 281. —, Raçenversch. ders. 97. 98. 99. 100. 112. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Stirnbein 295. —, Altersversch. dess. 182. 279.
Stirngegend 297.
Stirnglatze, Altersversch. ders. 280. —, Geschlechtsversch. ders. 281.
Stirnhöcker, Altersversch. ders. 280.
Stirnhöhlen, Altersversch. ders. 184. 280. —, Geschlechtsversch. ders. 281.
Stoff, organischer, 2.
Stoffmetamorphose 1. 448. —, progressive u. regressive 697.
Stoffwechsel s. Stoffmetamorphose.
Stomachus s. Magen.
Stoss 219. — d. Arterien s. Puls. — flüssiger Körp. 223. — d. Herzens s. Herzschlag.
Straffes Gelenk 337.
Strahlenblättchen 650.
Strahlende Wärme 227.
Strahlenhäutchen 646.
Strahlenkreis 643.
Strahlenleisten 643.
Stratum bacillosum retinae 646. — proligerum 785.
Streifenhügel, Function ders. 581.
Strömungen d. Luft 252.
Stroma 605. — choroideae 641. — internum thecae folliculorum Graaf. 761 — iridis 644. — ovarii 761.
Stromkraft d. venösen Blutes 501.
Strongylus gigas 11.
Strontium 25.
Stumpfnase 663.
Subcutanes Zellgewebe s. Unterhautzellgewebe.
Submuköse Zellhaut d. Magens 705.
Submuköses Zellgewebe 605.
Subrubin 465.
Subseröses Zellgewebe 605.
Substantia alba medullae spinalis 538. — alba nervorum 522. — cellulosa oss. 264. — cinerea medullae spinalis 537. — cinerea nervorum 522. 559. — cinerea spongiosa vascularis 536. — compacta oss. 264. — corticalis dent. s. Zahnschmelz. — corticalis nerv. s. Graue Nervensubstanz. — corticalis oss. 264. — dentis propria s. Zahnbein. — ferruginea 542. — gelatinosa 536. 541. — intermedia oss. fract. 274. — medullaris nerv. 522. — medullaris oss. 264. — nervea 522. — ossea 261. — ostoidea dent. s. Cement. — reticularis oss. 264. — spongiosa oss. 264. — subalbida 541. — vitrea dent. s. Zahnschmelz.
Succus entericus 731. — gastricus 726. — medullaris ossium 268. — pancreaticus 734.
Sudor s. Schweiss.
Suffocatio 188.
Sulci arteriosi u. venosi 297.
Sumpfwasser 718.
Suspirium 688.
Sutura laminarum mesentericarum 788.
Suturae s. Nähte.
Symmetrie d. menschl. Körp. 102. 107. — d. Nervensystems 528. — d. organ. u. unorgan. Körp. 29. — d. Schädels 295.
Sympathie 245. 555. Vgl. Reflex. — d. Kehlkopfs u. d. Genitalien 109. — d. paarigen Theile 108.
Sympathisches Nervensystem 543. 553. Function dess. 587.
Symphysenknorpel 326.
Symphysis menti 301.
Synaptas 52.
Synchondrosenknorpel 325.
Syncope 188. 453.
Syndesmologia 328.
Synergie s. Reflex.
Synovia 142.
Synovialkapseln 339.
Synovialsäcke 83.
Systema fibrosum 328. — glandularum 620. — membranarum 607. — nervosum 521. — — cerebro-spinale 530. 553. — telae cellulosae 599. — vitae automaticae u. vitae vegetativae s. Sympathisches Nervensystem.
Systeme d. menschl. Körp. 155. — d. Thierkörp. 78.
Systole cordis s. Zusammenziehung.
Systolischer Herzton 487.

T.

Tabula vitrea ossium cranii 297.
Tabescenz 105.
Taenia cucurbitina, lata, solium, vulgaris 11.
Tageszeiten, Einfluss ders. auf d. Harn 750. —, Respirationsversch. nach dens. 694. —, Sterblichkeitsversch. nach dens. 191.
Talgdrüsen 615.
Talgsäure 136.
Talgstoff 136. — als Nahrungsstoff 721.
Talkerde 122.
Tannigenium 53.
Tannin 53.
Tantal 25.
Tarso Metatarsalgelek 359.
Tarso-Tarsalgelenk 359.
Tastnerven, Endigung ders. 618.
Tastorgane d. Haut 618.

Tastsinn 617. —, Altersversch. dess. 173. Messung dess. 562.
Tastvermögen d. Haut 617.
Taurin 732.
Taurocholsäure 733.
Tegumen corpusculorum sanguinis 459.
Telae: cartilaginea 82; cellulosa s. Zellgewebe; cellulosa subcutanea s. Unterhautzellgewebe; componentes 81; compositae 82; conjunctiva s. Zellgewebe; cornea 80; cutanea 83; dartoides 430; dentium 81; elastica 83. 333; fibrosa s. Sehnengewebe; glandularum 83; membranae vasorum communis 82; mucosa s. Zellgewebe; muscularis s. Muskelgewebe; nervea 82. 522; ossea 82. 261; serosa 83; simplices 79; tendinea 82. 328.
Teleangiectasie 439.
Tellur 25.
Temperamente 102. —, Beziehung ders. zur Körperform 114.
Temperatur 228. —, animalische 229. —, Einfluss ders. auf d. Fäulniss 199. — d. Luft 230. 252. — —, Einfluss ders. auf d. Respiration 694. Vgl. Kälte, Wärme.
Temperatursinn 618.
Tendines s. Sehnen.
Terbium 25.
Terminalknospen 14.
Ternäre Verbindungen 25. 124.
Tertiarwirbel 283.
Testa 784.
Testis s. Hoden.
Teufelsgeräusch s. Nonnengeräusch.
Textus s. Gewebe.
Thalami optici s. Sehhügel.
Theca follic. Graaf. 761.
Theilung, Fortpflanzung durch dies. 13. 43. 71. —, natürliche, spontane, 14. — d. Zellen 149.
Thiere, Eintheilung ders. 84. —, Untersch. ders. von d. Menschen 69. — — von d. Pflanzen 42.
Thierische Extractivstoffe 139. — Kräfte 91. — Lebenserscheinungen 38. — Substanz, einfachste, s. Keimstoff. — Wärme 229. 518. — — durch die Respiration producirt 693.
Thierischer Magnetismus 234.
Thierisches Pollen 754. — Wasser s. Keimstoff.
Thierleim 134.
Thierpflanzen 6.
Thierskelet 282.
Thoracogastrodidymus 302.
Thorax s. Brustkasten.
Thorium 25.
Thränen 143.
Thränenast d. dreigetheilten Nerven, Function dess. 563.
Thränenbein 299. —, Altersverschied. dess. 279.
Thränenpunkte, Altersversch. ders. 180. 184.
Thränensack, Bewegungen dess. 396.
Thränensteine 158.
Thränenstoff 127.
Thymusdrüse 680. —, Altersversch. ders. 171. 175.
Tibia s. Schienbein, Unterschenkelknochen.
Tibiofibulargelenk 358.
Tiefe d. Athemzüge 690.
Timbre 630.
Tischlerleim 262.
Titan 25. 121.
Tod 22. 75. 188. Vgl. Sterben.
Todesart, in Bezug auf d. Blutmenge 453. —, — auf d. Fäulniss 199.
Todeskampf 22. 191.
Todesursachen 191.
Todtenflecke 195.
Todtenkälte 194.
Todtenstarre 194. 374.
Todtgeborene 189.
Tönen d. Arterien 497. — d. Venen 502.
Tomeline 465.
Tonus 243. 374. — d. Nerven. 549. — d. Zellgewebes 604.
Torf 48.
Torticollis 303.
Torula cerevisiae 8.
Trabeculae carneae cordis 480. — lienis 739.
Tränkung s. Imbibition.
Transspiration s. Hautausdünstung.
Transsudation 208. — cadaverische 197.
Traubenförmige Drüsen s. Traubige Drüsen.
Traubenzucker 720.
Traubige Drüsen 622. 702. 704. 706.
Traum 585.
Trematoda 11.
Trichina spiralis 11.
Trichocephalus dispar 10.
Trichomaphyton mycoderma plicae 9.
Trinken 721.
Trinkwasser 717.
Trochanteren, Altersversch. ders. 110. 280. 281.
Trommelfell 627. —, Altersversch. dess. 180. —, Entwickelung dess. 629. — Function dess. 634.
Trommelhöhle s. Paukenhöhle.
Tropfbar flüssige Bestandtheile d. menschl. Körp. 141.
Tubae: Eustachii s. Ohrtrompete; Fallopii s. Eileiter.
Tubera frontalia s. Stirnhöcker.
Tuberkelmasse 165.
Tubularsubstanz d. Nieren, Altersversch. ders. 187. 188.
Tubuli 143. — contorti, recti renis 743. — uriniferi s. Harnkanälchen.
Tunicae: adventitia vas. 414. 417; albuginea 333, vgl. Albuginea; cellulosa adscititia vas. 412; cellulosa art. 416. 417; cellulosa vas. 412; cellulosa vas. lymph. 430; cellulosa ven. 426; choroidea s. Choroidea; communis vas. 411. 416. 426. 430; cornea s. Cornea; dartos 752; decidua 769; decidua reflexa 769; decidua serotina 770; elastica art. 417; externa art. 417; externa vas. 412 417; externa vas. lymph. 430; fibrosa art. 417; fibrosa lienis 738; fibrosa ven. 426; granulosa 773; hyaloidea 649; interna vas. lymph. 430; interna ven. 426; intima art. 417; intima vas. 411. 414; media art. 417; media vas. 414; nervea 637. 645; propria follic. Graaf. 761; propria lienis 738; propria ovisacci 761; propria vesicul. gland. 621; sclerotica s. Sclerotica; uvea 637; villosa intestini 706; villosa vas. 412.
Turgor d. Zellgewebes 604.
Turpitudines 170.
Tussis 689.
Typhusmaterie 165.

U.

Uebergangsepithelium 609.
Uebergangsnetze 421.
Uebung 249.
Ulmin 48.
Ulna s. Ellenbogenbein, Vorderarmknochen.
Umbildung s. Metamorphose.
Umfang d. Arterien 496. — d. menschl. Körp. 104. — —, Altersversch. dess. 173. 174. 175. 176. — d. Uterus, Einfluss d. Schwangersch. auf dens. 770. Vgl. Grösse.
Umfangsknorpel 326.

Umhüllungszellgewebe s. Atmosphärisches Zellgewebe.
Undulationstheorie 233. 653.
Ungeformte Keimschicht 785.
Ungeschlechtliche Zeugung 13.
Ungleichartige Zeugung 5.
Unorganische Bestandtheile d. Pflanzen 50. — Körper 4. — Nahrungsstoffe 717. — Verbindungen im menschl. Korp. 121. — — im Thierkörp. 75.
Unorganisirte pathol. Gebilde 156.
Unreife Frucht 169. 800.
Unterarm s. Vorderarm.
Unteraugenhöhlenast d. dreigetheilten Nerven, Function dess. 564.
Unterer Zahnnerv, Function dess. 564.
Unterhautzellgewebe 605. 614. —, Geschlechtsversch. dess. 203.
Unterkiefer, Entwickelung dess. 788.
Unterkieferast d. dreigetheilten Nerven, Function dess. 564.
Unterkiefergegend 300.
Unterkiefergelenk 341.
Unterkieferknochen 300. —, Altersversch. dess. 184. 279. 280. 301. —, Bewegungen dess. 397. —, Geschlechtsversch. dess. 110. 202. 281.
Unterleib, Geschlechtsversch. dess. 110.
Unterschenkel, Altersversch. dess. 279. —, Bewegungen dess. 400. —, Geschlechtsversch. dess. 107. 111.
Unterschenkelknochen 315. —, Altersversch. ders. 280.
Unterschenkel-Sprungbeingelenk 358.
Unterzungenschleimbeutel 666.
Unwillkührliche Bewegung 387. 577. — Fasern 243. — Muskeln 383.
Unwillkührliches Nervensystem s. Sympathisches Nervensystem.
Urachus 172. —, Entwickelung dess. 780. 789.
Uranium 25.
Urbildungsflüssigkeit, parenchymatöse, s. Keimstoff.
Urea s. Harnstoff.
Ureum s. Harnstoff.
Urformen d. Schädels 286. — d. Skelets 283.
Urilsäure 128.
Urin s. Harn.
Urina chyli, potus, sanguinis 750.
Uroerythrin s. Harnroth.
Uroglaucin 748.
Uroxanthin 784.
Urphänomene d. organischen Lebens 38.
Urrhodin 748.
Ursubstanz, thierische, s. Keimstoff.
Urthierstoff s. Keimstoff.
Urwirbel 283.
Urzeugung 5.
Uterinalgeräusch 801.
Uterus 762. —, Altersversch. dess. 181. 187. 188. — masculinus 757. —, Veränderungen d. Eies in dems. 774. —, Veränderungen dess. durch d. Schwangersch. 769.
Utricular drüsen 764.
Uvea 637.

V.

Vagina s. Scheide.
Vaginae: capitis 788; caudae 788; funiculi umbilicalis 783; laterales 788; muscularis s. Perimysium; nervorum s. Nervenscheide; tendinum fibrosae 333.
Vaginula fibrae muscularis 372.
Vagitus uterinus 172.
Valvulae: conniventes Kerkringii 706; Eustachii, Altersversch. ders. 172; semilunares 486; venarum 427.
Vanadin 25.
Varolsbrücke, Altersversch. ders. 185.
Vasa: aberrans Halleri 795; aequatoria 421; capillaria s. Haargefässe; deferens s. Samenleiter; efferentia 432. 434; exhalantia 425; inferentia 432. 434; intermedia 421; lutea 790; lymphatica s. Saugadern; — profunda 432; — subcutanea 432; — superficialia 432; nutrientia vasorum 414; nutritia ossium 269; omphalomesaraica 778. 792. 795; resorbentia s. Saugadern; sanguifera s. Blutgefässe; serosa 420; umbilicalia 780. 783. 793. 795; vasorum 411. 414; vorticosa 439. 640.
Vasomotorische Nerven 536. — Nervenfasern 592.
Vasomotorisches Nervensystem s. Sympathisches Nervensystem.
Vegetative Kraft 363. — Lebenserscheinungen 38. — Processe, Einfluss d. Sympathicus auf dies. 595.
Vegetatives Nervensystem s. Sympathisches Nervensystem.
Vegetatives Blatt 775. 786.
Venae: azygos, Function ders. bei d. Circulation 504; cava inferior, Function ders. bei d. Circulation 505; centralis 712; diploicae 297; hemiazygos, Function ders. bei d. Circulation 504; omphalomesaraicae 783. 788. 798; subcutaneae, superficiales 427; terminalis 787. 798; umbilicalis 783; vitellariae 788. Vgl. Venen.
Venen 425. —, Altersversch. ders. 180. 438. — als Aufsaugungsorgane 510. —, Blutlauf durch dies. 500. — d. Choroidea 640. —, Contractilität ders. als Ursache d. Venenblutlaufes 501. — d. Gefässe 415. d. Iris 644. — d. Lymphdrüsen 435. — d. Muskelsubstanz 373. — d. Milz 741. — d. Nervensubstanz 526. — d. Niere 745. — d. Penis 759. — d. Schädelknochen 297. —, Unterschiede ders. von d. Arterien 418. 427. — d. Uterus 765. — d. weiblichen Brustwarze 766. Vgl. Blutgefässe, Gefässe, Venae.
Venenblut 467. —, Bildung dess. 513. —, Stromkraft dess. 501. —, Untersch. dess. v. Pfortaderblute 469.
Venengeräusch 502.
Venenklappen s. Klappenapparat.
Venennetze 421.
Venenplexus d. Beckens, Altersversch. ders. 188.
Venenpulsation 502.
Venenstämme, grosse, Entwickelung ders. 787.
Venensteine 160.
Venenwurzeln 425.
Venöse Klappen d. Herzens 484.
Venöses Blut s. Venenblut.
Ventriculus s. Magen.
Venulae: centralis 710; ciliares posticae breves 640; interlobulares 710; intralobulares 710.
Veränderungen s. Metamorphosen.
Verbindungen d. Elementarstoffe 121. — d. Knochen, abnorme, 286.
Verbindungsknorpel 325.
Verbindungszellgewebe s. Atmosphärisches Zellgewebe.
Verbreitungswärme 228.
Verbrennlichkeit organ. u. unorgan. Körp. 28.
Verbrennungstheorie, respiratorische, 692.
Verdampfung 228.
Verdaulichkeit d. Speisen 729.
Verdauung 513. 701. 713. —, Altersversch. ders. 174. 178. —, Geschlechtsversch. ders. 202. —, Periodicität ders. 247. —, Temperamentsversch. ders. 114.
Verdauungsprincip s. Pepsin.

Verdunstung 228.
Verdursten 723.
Vereinigungsweite d. Bildes 654.
Verengerer d. Pupille 644.
Verengerung d. Aorta, normale, 447.
Vergehen d. Körp. s. Sterben, Tod.
Vergleichende Anatomie d. Kopfes 293. — d. Muskelsystems 406. — d. obern Extremitäten 314. — d. Rumpfes 311. — d. untern Extremitäten 316.
Vergrösserung d. ganzen Körp. u. d. einzelnen Organe 517.
Verhungern 722.
Verjüngungsprocess 513.
Verkleinerung d. ganzen Körp. u. der einzelnen Organe 517.
Verknöchernde Knorpel s. Verschwindende Knorpel.
Verknöcherung 271. — d. Schädels d. Neugebornen 183. —, pathologische, 160. 277.
Verknöcherungspunkte 272.
Verkreidung 160.
Verlängertes Mark, Altersversch. dess. 185. —, Entwickel. dess. 786. —, Function dess. 580. 690.
Vermehrung d. Zellen 148.
Vermischung d. Empfindungen 561.
Vermoderung 23. 199.
Vernix caseosa s. Fruchtschleim.
Verrichtung s. Function.
Verschwindende Knorpel 323. 327.
Verstand, Geschlechtsversch. dess. 203.
Vertebrae s. Wirbel.
Verunstaltungen 170.
Verwelken s. Welken.
Verwesung 23. 199.
Vesica serosa 788.
Vesiculae: blastodermica s. Keimbläschen; erythroides 781; germinativa s. Keimbläschen; prostatica 757; sanguinis s. Blutkörperchen; seminales s. Samenbläschen; umbilicalis s. Nabelbläschen. Vgl. Zellen.
Vibrationstheorie 653.
Vierhügel, Altersversch. ders. 185. —, Entwickelung ders. 786. —, Function ders. 581.
Villi s. Zotten. — linguales 665.
Viragines 112.
Vis essentialis 513. — medicatrix naturae 248. 516. — motoria, organica, somatica, vegetativa 363. — viva insita musculorum 378.
Visceralblasen 83.
Visceralganglien 548.
Visceralplatten 786. 791.
Viscin 53.
Vitale Kräfte 30. 38. 60. 91. 240. Vgl. Lebenskraft.
Vitellin als Nahrungsstoff 719.
Vitellum s. Dotter.
Vitia primae conformationis 170.
Vocale 679.
Völkerstämme 98.
Vogelembryo, Entwickelung dess. 785.
Vogelleim 53.
Vogelskelet 284.
Volumsveränderungen, cadaverische, 198.
Vomer s. Pflugscharbein.
Vorderarm, Altersversch. dess. 279. —, Bewegungen dess. 390. —, Geschlechtsversch. dess. 107. —, Raçenversch. dess. 112.
Vorderarmknochen 313. —, Altersversch. ders. 280.
Vorderer Ohrnerv, Function dess. 564.
Vorhaut, Raçenversch. ders. 114.
Vorhöfe d. Herzens 480. —, Entwickel. ders. 788.
Vorsteherdrüse s. Prostata.
Vortices lentis 647.
Vorverdauung 721.
Vox 676.

W.

Wachen 247. 585.
Wachs als Nahrungsstoff 721. — d. Pflanzen 52.
Wachsen s. Wachsthum.
Wachsthum 512. 516. — d. Knochen 273. — d. Knorpel 322. — d. menschl. Körp., regelwidrig schnelles, 104. — d. pathol. Neubild. 161. — d. Pflanzen 46. — d. Thiere 74. — d. Zähne 671.
Wachsthumsperiode 18. 46. 74.
Wade, Geschlechtsversch. ders. 203. —, Raçenversch. ders. 100.
Wadenbein 315. —, Altersversch. dess. 280.
Wärme 19. 227. 250. — d. Arterien- u. Venenblutes 467. — als Bedingung d. Ernährung 515. — in Bezug auf Fäulniss 199. — d. Blutes 450. — als Heilmittel 231. —, Periodicität ders. im menschl. Körp. 247. Vgl. Temperatur.
Wärmeäther 227.
Wärmecapacität 228.
Wärmeentwickelung 41. 67. 93.
Wärmestoff 227.
Wahre Knorpel s. Aechte Knorpel.
Wangen, Raçenversch. ders. 97. 98. 99 100. 112.
Wangenbein s. Jochbein.
Wangenhautast d. dreigetheilten Nerven, Function dess. 564.
Warzen d. Pflanzen 59.
Wasser 20. 50. 75. 121. 141. 253. —, Ausscheidung dess. bei d. Respiration 695. — in Bezug auf Fäulniss 199. — als Nahrungsstoff 717. —, thierisches, s. Keimstoff.
Wasserextract 140.
Wassergehalt d. Luft 693.
Wasserhaut 152. 639. 650.
Wasserleitungen d. Ohres 636.
Wasserstoff 25. 50. 75. 118.
Wechsel d. Zähne 671.
Wehen 752.
Weib s. Geschlechtsverschiedenheiten, Weibliche Geschlechtsorgane.
Weibliche Geschlechtsorgane 15. 44. 70. 72. 752. 761. Vgl. Geschlechtsorgane.
Weiche Hirnhaut, Altersversch. ders. 180. 184.
Weicher Gaumen 397.
Weichtheile d. Gelenke 304.
Weinen 689.
Weinstein 158.
Weisse Gehirnsubstanz 540. 541. — Knorpel 320. 323. — Nervensubstanz 522. — Rindenschicht d. Gehirns 541. — Rückenmarkssubstanz 538.
Weitsichtigkeit 661.
Welken 19. — d. Pflanze 47. — d. Thiere 74. Vgl. Sterben, Tod.
Wellenbewegung 226.
Wharton'sche Sulze 783.
Wiedererzeugung s. Regeneration.
Wille, Geschlechtsversch. dess. 203.
Willkührliche Bewegung 42. 363. 388. 391. 395. 400. 530. 559. 577. — Fasern 243. — Muskeln 383.
Willkührliches Nervensystem s. Cerebrospinalnervensystem.
Wimpern 91. 241. 364. 609.
Wimperbewegung s. Wimpern.
Wimperblasen 155.
Winde 252.
Winkelgelenk 337.
Winterschlaf 93.

Wirbel 302. —, Altersversch. ders. 110. 279. 280. —, Geschlechtsversch. ders. 281. — d. Linse 648.
Wirbelbogen, Entwickel. ders. 278. 786
Wirbelbogenblättchen 786.
Wirbelform d. Skelets 283.
Wirbelgelenke 343.
Wirbelkanal s. Spinalkanal.
Wirbelsäule 69. 302. —, Altersversch. ders. 110. 280. —, Bewegung ders. 397. Entwickelung ders. 786. —, Geschlechtsversch. ders. 111. 281. 303. —, Temperamentsversch. ders. 115.
Wirbelsaite s. Rückensaite.
Wirkungsvermögen 40.
Wismuth 25.
Wohlstand in Bez. auf Sterblichkeit 190.
Wolff'sche Körper 760. 789. 795.
Wolfram 25.
Wolfsrachen 300.
Wollhaar 796.
Wollustorgan, transitives u. passives 758.
Wundernetze 439.
Wurzelhülle d. Pflanzen 59.
Wurzelsüss 51.

X.

Xanthin s. Harnoxyd.
Xanthose 762.
Xanthoxyd s. Harnoxyd.
Xyloidin 52.

Y.

Yttrium 25.

Z.

Zähne 69. 666. —, Altersversch. ders. 178. 184. 280. 672. 675. —, Geschlechtsversch. ders. 202. 281. —, Hervorbrechen ders. 173. 673. —, Raçenversch. ders. 97. 98. 99. 100. 112. 1[illegible].
Zahl, abno[illegible]e, d. Knochen 285. Vgl. Menge, Quantität.
Zahnbein 81. 669.
Zahnbuchstaben 679.
Zahnen 174. 673.
Zahnfleisch, Altersversch. dess. 184.
Zahnfleischknorpel 672.
Zahnganglien s. Zahnkeim.
Zahngewebe 81.
Zahnkeim 671 672.
Zahnkern s. Zahnkeim.
Zahnkitt s. Cement.
Zahnknorpel 673.
Zahnränder, Geschlechtsversch. ders. 281.
Zahnsäckchen 671.
Zahnschmelz 81. 667.
Zahnsubstanz s. Zahnbein.
Zahnsubstanzkörperchen 151. 670.
Zahnthierchen s. Denticola.
Zahnwechsel 175. 675.
Zahnzellen, Altersversch. ders. 184. 279. 280.
Zapfen 676.
Zehen 315. —, Bewegungen ders. 400. —, grosse, s. Hallux.
Zehenknochen, Altersversch. ders. 280.
Zeitverhältnisse d. Ernährung 515.
Zellen 38. 143. —, Bildung ders. 54. 145. — d. Epithelium 607. — d. Leber 709. —, Metamorphosen ders. 78. — d. patholog. Neubildungen 161. 162. — d. thier. Gewebe 77. —, Vermehrung ders. 148.
Zellenausbreitung um d. Seh- u. Hörnerven 152.
Zellenfasern 152. 332.
Zellenhülle s. Zellenmembran.
Zellenincrustation 160.
Zelleninhalt 146. — d. Blutbläschen 160. —, Entstehung dess. 148. — d. Pflanzen, Bewegung dess. 62.
Zellenkern 44. 143. 146. —, Entstehung dess. 147. — d. Knorpelzellen 321. —, Metamorphosen dess. 153. — d. patholog. Neubildungen 162. — d. Pflanzen 55. — —, Entstehung dess. 147. — —, Metamorphosen dess. 153.
Zellenknorpel 320. 323.
Zellenmembran 146. —, Entstehung ders. 147.
Zellenwand s. Zellenmembran.
Zellgewebe 81. 599. — d. Corpora cavernosa penis 759. — d. Fötus 602. — d. Nerven 525. — d. Pflanzen 49. — d. Scheide 765.
Zellgewebsfasern 92. 599.
Zellgewebsfett 136.
Zellgewebsfibrillen s. Zellgewebsfasern.
Zellgewebshaut d. Schleimhäute 611.
Zellgewebskörperchen 601.
Zellgewebsscheide d. Primitivnervenfasern s. Neurilem.
Zellgewebssystem 599.
Zellhaut d. Lymphgefässe 430. — d. Venen 426.
Zellstoff s. Cellulose, Zellgewebe.
Zerkauen d. Speisen 723.
Zersetzung d. organ. Körp. 27.
Zerstreuungskreise 655.
Zeugung 5. 13. 750. Vgl. Fortpflanzung.
Zeugungsmittel 16.
Zeugungsorgane 752. —, Altersversch. ders. 176. —, Entwickelung ders. 760. Vgl. Geschlechtsorgane.
Zeugungssäfte 143.
Zeugungsstoff s. Samen, männlicher.
Zieger 133.
Zink 25.
Zinn 25.
Zirbeldrüse, Geschlechtsversch. ders. 202.
Zirkon 25.
Zitterfische 94.
Zomidin 140.
Zona pellucida 773. 776. 793. — vitelli 785.
Zonula ciliaris 650. — granulosa follic. Graaf. 761. — Zinnii 649. 658.
Zoogenium 49. 75.
Zoophyten 6. 43.
Zotten d. Darmschleimhaut 706. — —, Altersversch. ders. 179. 187. — d. Chorion 777.
Zottenhaut 706.
Zucker 51. — als Nahrungsstoff 720. — im Harn 128. 748.
Zuckerartige Nahrungsmittel 715.
Zunahme d. Körperumfanges 104.
Zunge 665. —, Altersversch. ders. 181. —, Bewegungen ders. 397. —, Geschlechtsversch. ders. 202. 203.
Zungenast des dreigetheilten Nerven, Function dess. 564. 666.
Zungenbändchen 337.
Zungenbein 301. —, Altersversch. dess. 280. —, Bewegungen dess. 397. —, Entwickelung dess. 788. —, Geschlechtsversch. dess. 281.
Zungenbeingelenke 342.
Zungendrüse 666.
Zungenfleischnerv 534. —, Function dess. 566. 666. 725.
Zungenschlundkopfnerv 534. —, Function dess. 565. 666. 725.
Zusammendrückbarkeit 211.
Zusammengesetzte Gewebe 82.
Zusammengesetzteste Gewebe 83.
Zusammensetzende Gewebe 81.
Zusammensetzendes Zellgewebe 81. 605.
Zusammensetzung d. menschl. Körp. 116. — d. organ. u. unorgan. Körp. 24. 26. —

d. thier. Körp. 75. — d. Thiere u. Pflanzen 49. Vgl. Formbestandtheile, Mischungsbestandtheile.
Zusammenziehung s. Contraction.
Zusammenziehungskraft s. Contractionskraft.
Zwerchfell, —, Altersversch. dess. 172. —, Geschlechtsversch. dess. 202. 306.
Zwerchfellnerv, Function dess. 568. 690.
Zwergkopf 288.
Zwergrumpf 302.
Zwergwuchs 104.
Zwickelbein 296.
Zwillingsschwangerschaft 769.
Zwillingszapfen 646.
Zwischenhandwurzelgelenk 352.
Zwischenkieferbein 300.
Zwischenknochen 296.
Zwischenknorpel 327. 339.
Zwischenmittelhandgelenke 353.
Zwischenwirbellöcher, Geschlechtsversch. ders. 281.
Zwischenwirbelknorpel, Altersversch. ders. 110.

Berichtigung.

Seite 16, Zeile 4 von unten lies: **besimmten** statt **unbestimmten**.

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

1102
R. Buchner
Buchbinderei
84098 Hohenthann

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bock, Carl Ernst,

Handbuch der Anatomie des Menschen

Bd.: 2

Leipzig 1850

Anat. 84 p-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10367848-3